ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTÍFICA

ARGENTINA

DIRECTOR : INGENIERO JULIO R. CASTIÑEIRAS

TOMO XCIX

Primer semestre de 1925

BUENOS AIRES
IMPRENTA Y CASA EDITORA « CONI »
684 — CALLE PERÚ — 684

—

1925

LA VISITA DEL PROFESOR ALBERTO EINSTEIN

Invitado por la Universidad nacional de Buenos Aires y por la colectividad israelita de esta capital, la República Argentina ha tenido el honor de recibir la visita de uno de los sabios físicos más ilustres de la hora actual: el profesor Alberto Einstein.

El profesor Einstein ha dado conferencias sobre su teoría en los centros científicos más importantes del mundo: Berlín, París, Zurich, Londres, etc, siendo agasajado en todas partes en la forma que merece un hombre de su talla intelectual.

Entre nosotros fué debidamente agasajado: la Universidad y la Facultad de ciencias exactas físicas y naturales designaron comisiones especiales para su recepción, la de la última institución presidida por su decano ingeniero Eduardo Huergo, los que se trasladaron a Montevideo para esperar al eminente sabio y acompañarlo hasta Buénos Aires.

La recepción oficial tuvo lugar en el salón de actos públicos del Colegio nacional de la Universidad, asistiendo a ella ministros del Poder ejecutivo nacional, delegados de las universidades de Montevideo, Tucumán y Córdoba, el rector de la Universidad y miembros del Consejo superior y lo más representativo de nuestros círculos universitarios e intelectuales.

El rector de la Universidad doctor Arce pronunció un breve discurso saludando al distinguido visitante, estando a cargo del ingeniero Butty, profesor de la Facultad de ciencias exactas, el discurso oficial de presentación. El ingeniero Butty, quien se ha dedicado con entusiasmo al estudio de la teoría de Einstein, habiendo dictado un curso especial sobre la misma, hizo conocer, a grandes rasgos, cuál es la importancia de la obra de Einstein, haciendo notar que sólo un hombre

privilegiado, como él, podía, en plena juventud, haber llegado a fundar su genial teoría. El doctor Einstein dió una serie de conferencias de las que nos ocupamos más adelante.

Durante su estada y haciendo un paréntesis a sus actividedes como conferencista, impuesto por el feriado de Semana Santa, el doctor Einstein se trasladó a Córdoba, haciendo excursiones por las sierras de esta provincia de cuya belleza quedó admirado.

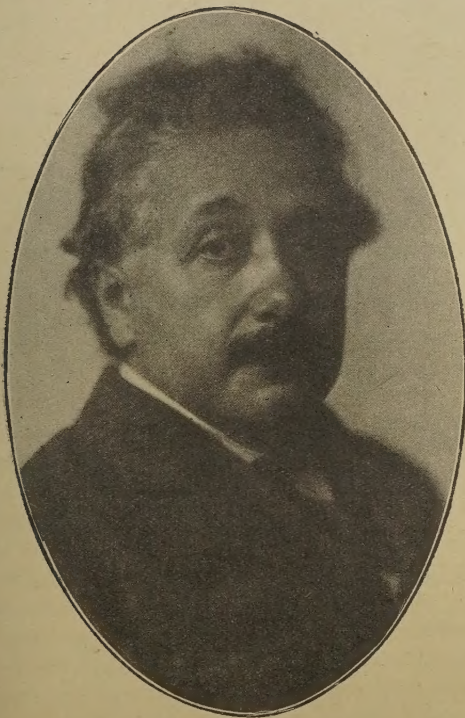
El Consejo directivo de la Facultad de ciencias exactas físicas y naturales le ofreció una comida en el Tigre, que fué seguida de una excursión por las islas.

La Academia de ciencias lo recibió expresamente en su seno, y algunos de sus miembros le plantearon cuestiones relacionadas con su teoría, que el sabio con su reconocida gentileza contestó en forma satisfactoria.

De entre los agasajos tributados al profesor Einstein se destaca especialmente, porque en ella reinó una franca alegría, la comida que le fué ofrecida por el Centro estudiantes de ingeniería, en la que los que a ella asistimos pudimos apreciar simpáticos rasgos del obsequiado. Durante la fiesta el profesor Einstein escuchó cantos regionales, tristes y vidalitas, acompañados con guitarra, del profesor Más y a instancias de los concurrentes Einstein ejecutó en el violín algunas composiciones clásicas, demostrando un gran sentimiento musical y condiciones de perfecto ejecutante.

La visita del doctor Einstein ha sido altamente beneficiosa porque ha despertado el interés entre los estudiosos por profundizar el estudio de su teoría, así como todas las cuestiones de física matemática que a ellas se vinculan.

Pero además del sabio, todos los que hemos seguido de cerca su actuación, la opinión es unánime en este sentido, hemos podido apreciar las elevadas condiciones que como hombre posee el doctor Einstein. Sencillo, afable, cariñoso, modesto, casi infantil y de una sólida cultura, el profesor Einstein despierta una honda simpatía en los hombres con quien trata. Terminadas sus conferencias se prestaba a escuchar todas las observaciones que le hacían los interesados, así como a dár explicaciones sobre cualquiera de sus puntos. Con toda paciencia y sin revelar, ni siquiera fugazmente, la más pequeña contrariedad, lo hemos visto escuchar largos razonamientos y consultas de muchos que creían que su teoría era panacea universal para resolver todos los problemas naturales o que la habían interpretado torcidamente... Con una sonrisa bondadosa, en la que apenas se notaba un



ALBERTO EINSTEIN

(Fotografía de Witcomb)

tinte de ironía, el profesor escuchaba y trataba de convencer a sus consultores...

Al dar cuenta de su visita en la forma en que lo hacemos, en nombre de la Sociedad Científica Argentina, nos complacemos en expresar el deseo de que este hombre genial continúe ininterrumpida su brillante labor científica que lo ha colocado en la cumbre del pensamiento humano.

NOTICIAS BIOGRÁFICAS SOBRE EINSTEIN

Alberto Einstein nació el 14 de marzo de 1879, en la ciudad de Ulm, sobre el Danubio. Según las crónicas, no se destacó durante su vida de estudiante, pareciendo, más bien, tener poca afición al estudio. Por descalabros financieros, sus padres debieron emigrar hacia Alta Italia, interrumpiendo Einstein sus estudios. Más tarde, Alberto Einsten se traslada a Zurich donde, con el apoyo de un tío ingeniero y con su esfuerzo privado, se preparó para ser admitido en la Escuela politécnica, entrando en ella como alumno en 1896 y egresando en 1900, a los veintiún años de edad, con el grado de doctor en ciencias físicomatemáticas. Se dedicó en los primeros tiempos a la enseñanza y desde 1903 fué empleado de la oficina de patentes e invenciones de Berna. Como puede verse en la lista de trabajos de Einstein, poco tiempo después de obtener su título, publicó trabajos de importancia, ocupándose en los primeros tiempos de investigaciones en los dominios de la termodinámica superior. El trabajo clásico de Einstein sobre la teoría de la relatividad restringida, apareció en el año 1905 y llamó poderosamente la atención de los sabios pôr su originalidad y audacia genial. Esta teoría se apoyaba en dos postulados fundamentales: el de generalización del principio de la relatividad de Newton y el de la constancia de la velocidad de la luz. Einstein demostró que no existe tiempo general o absoluto y que el tiempo local de Lorentz no era una ficción matemática y que tenía una significación real, siendo el tiempo verdadero para el sistema animado de movimiento rectilíneo y uniforme. Einstein continuó sus investigaciones y, desde 1909 a 1910, ejerció la cátedra de *Física teórica* en la Universidad de Zurich y al año siguiente en la de Praga. De 1912 a 1914 dictó cursos de *Matemática superior* en la Escuela politécnica de Zurich. En octubre de 1913 se le otorgó la cátedra de física de la Academia de ciencias de Berlín. En 1914 el emperador Guillermo le in-

vitó a dirigir la sección de Física del Instituto Kaiser Wilhelm, para el progreso de las ciencias.

En este año publicó, en colaboración con Grossman, su primer trabajo sobre la teoría general de la relatividad en la Revista de matemática y física *(Zeitschrift für Mathematik und Physik)* y en 1916 su célebre trabajo intitulado *Los fundamentos de la teoría general de la relatividad (Die Grundlage der allgemeinen Relativitäts theorie)*, en los *Anales de Física*.

Desde entonces, como se verá en la lista de sus publicaciones, contínuó trabajando intensamente, y en la actualidad, así lo ha anunciado en la última de las conferencias que dió durante su estada en Buenos Aires, trabaja en buscar ecuaciones generales que comprendan a los campos electromagnéticos y gravitatorios. No dudamos, y es nuestro más ferviente deseo, de que el genial físico ha de llegar a resultados satisfactorios.

La fama de Einstein, que ya era grande, acreció notablemente a raíz de la enunciación de la teoría general. Ha sido solicitada su prepresencia de todas partes del mundo y ha recorrido, puede decirse triunfalmente, todos los institutos de fama mundial de altos estudios científicos, siendo agasajado y admirado por los estudiosos.

Einstein es un hombre sencillo, bueno y paciente. Durante la guerra firmó el célebre contramanifiesto de los intelectuales alemanes que la condenaban, y este acto, que debe considerarse como de una valentía extraordinaria, le originó persecuciones de los elementos nacionalistas de Alemania y hasta su vida estuvo en peligro. Afortunadamente, en la hora presente se han apaciguado los ánimos y el genial sabio podrá continuar, sin inquietudes, así lo esperamos, su extraordinaria obra científica. Su carácter bondadoso y modesto, así como su espíritu idealista y pacifista, le han creado entre los hombres de ciencia del mundo entero grandes simpatías. Si bien después de la guerra europea los sabios franceses demostraron hostilidad hacia Einstein, especialmente los miembros de la Academia de ciencias de París, en 1922, el gobierno francés autorizó al Colegio de Francia para que invitara a Einstein a dar conferencias sobre su teoría. Al inaugurar sus clases, Einstein hizo la manifestación de que « se sentía feliz al agradecer al Colegio de Francia una invitación hecha en una época en que la ciencia se encontraba con frecuencia amenazada por la política ».

En estas conferencias, Einstein contestó las objeciones que a su teoría hicieron los sabios franceses que le escuchaban. Agregaremos

que uno de los más entusiastas sostenedores y admiradores de Einstein, es el eminente profesor de la Escuela politécnica de París, M. Painlevé, actual presidente del Consejo de ministros de Francia.

TRABAJOS DEL PROFESOR EINSTEIN

De la *Revista matemática hispano-americana*, tomo V, número 6 (junio de 1923), tomamos la siguiente relación de los trabajos del profesor Alberto Einstein hasta el año 1922. La simple lectura de esta bibliografía da una idea de la importancia extraordinaria de la labor científica de Einstein.

Folgerungen aus Capillaritätserscheinungen. Ann. d. Phys., t. IV, p. 513, 1901.

Ueber die thermodynamische Theorie der Potentialdifferenz zwischen Metallen und vollstandig dissoziierten Lösungen ihrer Salze und über eine elektrisches Methode sur Erforschung de Molekularkräfte. Ann. d. Phys., t. VIII, p. 798, 1902.

Kinetische Theorie des Wärmegleichgewicht und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik. Ann. d. Phys., t. IV, p. 417, 1902.

Eine Theorie der Grundlagen der Thermodynamik. Ann. d. Phys., t. XI, p. 170, 1903.

Zur allgemeinen molekularen Theorie der Wärme. Ann. d. Phys., t. XIV, p. 354, 1904.

Ueber die von der molekular kinetischen Theorie der Wärme gefordete Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierte Teilchen. Ann. d. Phys., t. XVII, p. 549, 1905.

Zur Elektrodynamik bewegter Körper., t. XVII, p. 891, 1905.

Ueber einen die Erzeugung und Verwendung des Lichtes betreffenden heuristisches Gerichts punkt. Ann. d. Phys., t. XVII, p. 132, 1905.

Das Prinzip von Erhaltung der Schwerpunkt bewegung und der Trägheit der Energie. Ann. d. Phys., t. XX, p. 627, 1906.

Eine neue Bestimmung des Verhältnisses der transversalen und longitudinalen Masse des Elektrons. Ann. d. Phys., t. XXI, p. 583, 1906.

Zur Theorie der Lichterzeugung un der Lichtabsorption. Ann. d. Phys., t. XX, p. 199, 1906.

Zur Theorie der Brownschen Bewegung. Ann. d. Phys., t. XIX, p. 371, 1906.

Theoretische Bermerkungen über die Brownsche Bewegung. Z. S. f. Electrochem., t. XIII, p. 41, 1907.

Die Plancksche Theorie der Strahlung und die Theorie der spezifischen Wärme. Ann. d. Phys., t. XXII, p. 180, 1907.

Ueber die Möglichkeit einer neuen Prüfung des Relativitäts prinzips. Ann. d. Phys., t. XXIII, p. 197, 1907.

Die von Relativitätsprinzip geforderte Trägheit der Energie. Ann. d. Phys., t. XXIII, p. 371, 1907.

Ueber die Gültigkeitsgrenze des Satzes von Thermodinamischen Gleichgewicht und über die Möglichkeit einer neuen Bestimmung der Elementarquanten. Ann. d. Phys., t. XXII, p. 569, 1907.

Uber das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen. J. d. Radioak u. Elektr., t. IV, p. 411.

Uber die elektromagnetischen Grundgleichungen für bewegten Körper. Ann. d. Phys., t. XXVI, p. 532, 1908 y t. XXVIII, p. 445, 1909. (En colaboración con Laue.)

Ueber die im elektromagnetischen Felde auf aufruhendem Korper ausgeubten ponderomotorischen Kräfte. Ann. d. Phys., t. XXVI, p. 541, 1908. (En colaboración con Laue.)

Elementare Theorie der Brownschen Bewegung. Z. S. f. Elektrochem. t. XIV, p. 235, 1908. (En colaboración con Ritz.)

Ueber die Entwicklung unserer Anschauungen über das Wesen und die Konstitution der Strahlung. Phys. Z. S., t. X, p. 817, 1909 y t. X, p, 323. (En colaboración con Ritz.)

Zum gegenwärtigen Stande des Strahlung problems. Phys. Z. S., t. X, p. 185, 1907.

Sur les forces ponderomotrices que agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnetique et parcourus par un courant. Arch. Gen., t. XXX, p. 323, 1910.

Sur la théorie des quantités lumineuses et la question de la localisation de l'énergie électro-magnétique. Arch. Gen., t. XXIX, p. 525.

Le principe de la rélativité et ses consequences dans la physique moderne. Arch. Gen., t. XXV, pp. 5-25.

Theorie der Opaleszenz von homogenen Flüssigkeiten und Flüssigkeits gemischen in der Nähe des kritischen Zustandes. Ann. d. Phys., t. XXXIII, pp. 1-275, 1910.

Statistische Untersuchungen der Bewegung eines Resonators in einen Strahlungs feld. Ann. d. Phys., t. XXXIII, p. 1, 105, 1910. (En colaboración con Hopf.)

Uber einen Satz der Wahrscheinlichkeitsrechnung und eines Anwendung in der Strahlungtheorie. Ann. d. Phys., t. XXXII, p. 1096, 1910.

Relativitäts theorie. Vierteljahrsschr. Natur. Ges. Zürich., t. LIV, p. 1, 1911.

Zum Ehrenfestchen Paradoxon. Phys. Z. S., t. XII, p. 509, 1911.

Bestimmung der Moleküldimensionen. Ann. d. Phys., t. XXXIV, p. 591, 1911.

Forces ponderomotrices qui agissent sur des conducteurs ferromagnétiques disposés dans un champ magnétique. Arch. Gen., t. XXX, p. 320, 1910.

Mechanische Grundlagen der Thermodynamik. Ann. d. Phys., t. XXXIV, p. 175, 1911.

Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes. Ann. d. Phys., t. XXXV, p. 898, 1911.

Thermische Molekularbewegung in festen Körpern. Ann. d. Phys., t. XXXV, p. 679.

Das Gesetz von Eötvös. Ann. d. Phys., t. XXXIV, p. 165.

Beziehung zwischen dem elastichen Verhalten und spezifischen Wärme bei festen Körpern mit einatomigen Molekül. Ann. d. Phys., t. XXXIV, p. 170.

Lichtgescgwindihkeit und Statik der Gravitationfeldes. Ann. d. Phys., t. XXXVIII, p. 355, 1912.

Theorie des statischen Gravitationfeldes. Ann. d. Phys., t. XXXVIII, p. 443, 1912.

Relativität und. Gravitation. Ann. d. Phys., t. XXXVIII, p. 1059, 1912 y t. XXXIX, p. 704, 1912.

Thermodynamische Begründung des photochemischen Aquivalent gezetzes. Ann. d. Phys., t. XXXVII, p. 832, 1912 y t. XXXVIII, p. 881, 1912.

Stand des Gravitationsproblemes. Phys. Z. S., t. XIV, p. 1249, 1913.

Deduction thérmodynamique de la loi de l'équivalence photochimique. Jour. d. Phys., t. III, p. 277, 1913.

Einige Argumente für die Annahme einer molekularen Agitation beim absoluten Null punkt. Ann. d. Phys., t. XI, p. 551, 1913. (En colaboración con O. Stern.)

Stand des Problems der spezifischen Wärme. Premier Congrés Solvay, 1913.

Formale Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. Berl. Ber., p. 1030, 1914.

Physikalische Grundlagen einer Gravitations theorie. Vierteljahrschr. Naturf. Ger. Zurich, p. 284, 1913.

Prinzipielles sur verallgemeinesten Relativitäts theorie und Gravitations theorie. Phys. Z. S., t. XV, p. 176, 1914.

Mitführung des Lichtes in Glas in Aberration. Astron. Nachr, t. CIC, p. 747, 1914.

Beiträge zur Quantentheorie. Ver. d. Phys. Ges., t. XVI, p. 820, 1914.

Theoretische Atomistik. Die Kultur der Gegenwar., t. III, p. 1, *Phys.*, p. 251, 1914.

[illegible] Differentialkalkül. Ann. d. Phys., t. XLIV, p. 321, 1914. (En colaboración con Fokker.)

Relativitätstheorie un Theorie der Gravitation. Z. S. f. Math. in Phys., t. LXII, p. 225, 1914. (En colaboración con Grossmann.)

K[illegible] Z. S. f. Math. u. Phys., t. LXIII, p. 137, 1914. (En colaboración con Grossmann.)

G[illegible] Theorie in der Astronomie. Berl. Ber., p. 315, 1915.

Feldgleichungen d. Gravitation. Berl. Ber., p. 844, 1915.

Allgemeine Relativitäts theorie. Berl. Ber., p. 709-778, 1915.

Erklärung der Perihel bewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitäts theorie. Berl. Ber., p. 831, 1915.

Satz der [illegible] und seine Anwendung auf die Strahlungs theorie. Ann. d. Phys., t. XLVII, p. 879, 1915.

Experimenteller Nachweis der [illegible]. Verh. d. Phys. Ges., t. XVII, p. 152, 1915. Proc. Acad. Amsterdam, t. XVIII, p. 173, 1916.

Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie. Berl. Ber., p. 1111, 1916.

Die Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie. Ann. d. Phys., t. II, p. 769.

[illegible] aus dem Gebiete d. Relativitätstheorie. Berl. Ber., p. 423, 1916.

Integration der Feldgleichungen der Gravitation. Berl. Ber., p. 688, 1916.

Über Friedrich Kottles Abhandlung. Über Einsteins Äquivalenzhypothese und die Gravitation. Ann. d. Phys., t. LI, p. 639, 1916.

Elementare Theorie der Wasserwellen und des Fluges. Die Naturwiss., t. IV, p. 509.

Formale Deutung der Maxwellschen Feldgleichungen der Elektrodynamik. Berl. Ber., p. 184, 1916.

Quantentheorie der Strahlung. Phys. Z. S., t. XVIII, p. 121, 1918.

Strahlungsemission und absorption nach der Quantentheorie. Ver. d. Phys. Ges., t. XVIII, p. 318, 1916.

Der Energiesatz in der allgemeinen Relativitäts theorie. Berl. Ber., p. 448, 1918.

Prinzipielles zur allgemeinen Relativitätstheorie. Ann. d. Phys., t. LI, p. 639, 1916.

Notiz zu. E. Schozödingers Arbeit. Die Energiekomponenten der Gravitationsfeldes. Phys. Z. S., t. XIX, p. 115, 1918.

Bemerkung zu Herrn Schozödingers Notiz « Uber ein Losungssystem der allgemeinen Korarianters Gravitationsgleichungen». Phys. Z. S., t. XIX, p. 165, 1918.

Kritiches zur einer von Herrn de Setter gegebenen Losung der Gravitations gleichungen. Berl. Ber., p. 154, 1918.

Bemerkungen über die periodische Schwankungen der Mondlänge welche bisher nach der Newtoschen Mechanik nicht erklärbar erschienen. Berl. Ber., p. 433, 1919.

Einwände gegen die Relativitätstheorie. Die Naturwiss., t. VI, p. 697.

Lassen sich Brechungexponenten der Körper für Röntgenstrahlen experimentell ermiteln? Ver. d. Phys. Ges., t. XX, p. 86, 1918.

Ueber den Ather (observaciones a E. Gehrcken). t. XX, p. 261, 1918.

Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie. Berl. Ber., p. 142, 1917.

Eine Abteilung des Theorems von Jacobi. Berl. Ber., p. 606, 1917.

Quantensatz von Sommerfeld und. Epstein. Ver. d. Phys. Ges., t. XIX, p. 82, 1917.

Prüfung der allgemeinen Relativitäts theorie. Naturwiss., t. VII, p. 776, 1919.

Spielen Gravitations felder im Aufbau der materiellen Elementar teilchen eine wesentlich Rolle? Berl. Ber., p. 349, 1919.

Schallausbreitung in teilweise dissoziierten Gasen. Berl. Ber., p. 380, 1920.

Ather und Relativitätstheorie, 1920.

Geometrie und Erfahrung. Berl. Ber., p. 123, 1921.

Ueber eine naheliegende Ergänzung des Fundamentes der allgemeinen Relativitätstheorie. Berl. Ber., p. 261, 1921.

Inwiefern lasst sich die moderne Gravitationstheorie ohne die Relativitäts begründen? Naturwiss., t. VIII, p. 1010, 1920.

Eine einfache Anwendung des Newtonschen Gravitationgesetz auf der kügel förmigen Sternhaufen. Festschr. Kaiser Wilhelm Ges., p. 50, 1921.

Relativitat im Theorie der Gravitation, 1913.

Ueber einen Elementarprozess der Lichtemision betreffender Experiment.. Berl. Ber., p. 882, 1921.

Spezielle und allgemeine Relativitäts theorie. 1ª edición, 1916: 14ª edición, 1922.

Vier Vorlesungen über Relativitäts theorie gehalten im Mai 1921 an. der Universität Princeton, 1922.

ACTIVIDADES DEL PROFESOR EINSTEIN DURANTE SU ESTADA EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

El ciclo oficial de conferencias fué dictado por el profesor Einstein en el salón de actos públicos de la Facultad de ciencias exactas físicas y naturales. Dió, además, una conferencia en la Facultad de filosofía y letras y, aprovechando la estada en Córdoba, dió dos conferencias en la Universidad Nacional de esa ciudad.

Damos a continuación una síntesis de las conferencias dadas en el ciclo oficial.

Primera conferencia (28 de marzo). — Fué presentado por el decano, ingeniero Eduardo Huergo, quien hizo resaltar la importancia que para nuestro ambiente científico tenía la visita de Einstein, agregando que su genial obra había colocado su nombre junto al de los más ilustres sabios que ha producido la humanidad.

El profesor Einstein hizo conocer los trabajos anteriores al establecimiento de su teoría de la relatividad restringida, analizó las hipótesis de Hertz y de Fitz Gerald y los resultados de los experimentos de Fizeau, el fenómeno de la aberración de la luz y el resultado del experimento de Michelson, para concluir estableciendo los principios fundamentales de la teoría restringida.

Segunda conferencia (30 de marzo). — Continuó discutiendo los resultados de la experiencia de Michelson, demostrando la imposibilidad de acusar la existencia de un movimiento rectilíneo y uniforme por experimentos ópticos, y después de profundizar el concepto de los principios fundamentales de la teoría restringida, estudió la noción de tiempo, la de simultaneidad, etc., terminando por establecer en forma rápida y elegante las ecuaciones de transformación de Lorentz, que permiten relacionar las coordenadas que se refieren a dos sistemas animados, uno con respecto al otro, de un movimiento rectilíneo y uniforme.

Tercera conferencia (1° de abril). — Partiendo de las ecuaciones de transformación de Lorentz demostró que la expresión general del cuadrado de la distancia entre dos puntos era una invariante que se llama *invariante fundamental.*

Comparó este resultado con los de la teoría clásica, la que acepta una doble invariancia : la del espacio y del tiempo. Hizo notar el significado matemático y físico de la invariante fundamental y entró en el estudio del espacio tetradimensional (espacio-tiempo), analizando los estudios efectuados por el célebre físico Minkowski, así como la representación ideada por éste.

Estudió el principio de causalidad, la formulación de las leyes físicas e inició el estudio de vectores y tensores.

Cuarta conferencia (3 de abril). — Trató de las consecuencias de su teoría con respecto a la mecánica y al electromagnetismo. Profundizó los conceptos de vector y tensor, estudiando las transformaciones de los mismos, su aplicación al espacio tetradimensional, las operaciones comunes con tensores, e hizo notar la importancia que el cálculo tensorial tenía para la teoría de la relatividad. Pasó luego al estudio de los fenómenos electromagnéticos, demostrando que las ecuaciones de Maxwell y Lorentz son invariantes en la transformación de Lorentz y cómo se ligan las ecuaciones correspondientes a los campos de los sistemas en reposo y en movimiento en una forma sencilla.

Aplicó después la teoría a la mecánica demostrando que las ecuaciones de Newton en la mecánica clásica no son invariantes en el espacio tetradimensional y cómo la masa depende de la velocidad y de la dirección del movimiento.

Quinta conferencia (15 de abril). — En ésta, trató de los fundamentos de la teoría general, deteniéndose especialmente en la teoría de las superficies de Gauss, dando con claridad el concepto de las coordenadas de Gauss y exponiendo el método empleado por este genial matemático para describir las propiedades geométricas de una superficie mediante coordenadas sin interpretación física inmediata. Estableció la fórmula fundamental para el cálculo de la distancia elemental y la noción de potenciales, haciendo notar la variación de éstos de punto a punto de la superficie. Aplicó las teorías de Gauss al continuo espacio-tiempo de la relatividad y a la determinación de sus propiedades métricas.

Sexta conferencia (17 de abril). — Continuó con los elementos del cálculo tensorial definiendo la covariancia, contravariancia, etc., las operaciones de diferenciación sobre tensores, demostrando la existencia de un tensor fundamental, que permite determinar los potenciales de gravitación y definió el invariante de volumen en el espacio euclideano. Entró después en el estudio del cálculo tensorial absoluto e hizo una exposición de los estudios sobre el desplazamiento paralelo de los eminentes matemáticos Levi Civita y Ricci, entrando en detalle sobre la diferenciación de tensores y su aplicación a los grupos de ecuaciones de Maxwell.

Séptima conferencia (19 de abril). — Esta conferencia, la más interesante de todas, fué dedicada al estudio de la geometría de Riemann, definiendo el tensor de Riemann siguiendo los desarrollos de Levi Civita y haciendo notar la importancia de los tensores, que por contracción pueden obtenerse de aquél en la teoría de la gravitación. Entró después en el estudio de las curvas geodésicas, deduciendo la ecuación general de las mismas. Siguió con la generalización del principio de la inercia y con el estudio del campo gra-

vitatorio, estableciendo la expresión general del mismo, que, en primera aproximación, contiene la ley de la gravitación de Newton.

Habló después sobre las comprobaciones experimentales : el movimiento del perihelio de Mercurio, la derivación de los rayos luminosos al aproximarse a intensos campos gravitatorios y el desplazamiento de las líneas espectrales hacia el rojo.

Anunció Einstein que actualmente trabaja en el sentido de obtener ecuaciones aplicables a los campos gravitatorios y electromagnéticos, pues es poco lógico admitir que en la naturaleza se presenten dos campos distintos. Dió a conocer sintéticamente los trabajos realizados con este fin, especialmente por Weyl y Eddington.

JULIO R. CASTIÑEIRAS,
Director.

LAS LÍNEAS ESPECÍFICAS DE LOS ESPECTROS DE ARCO [1]

POR EL DOCTOR ADOLFO T. WILLIAMS

I. Consideraciones preliminares. — II. Cuadros numéricos de las líneas específicas del arco en los espectros del Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag y Au; sus series y sus diagramas energéticos. Conclusiones. — III. Cuadros numéricos de las líneas específicas del arco en los espectros del Mg, Ca, Sr. Ba, Zn y Cd; sus series y sus diagramas energéticos. Conclusiones. — IV. Las líneas no clasificadas, los espectros de los para y orto elementos y los espectros de los isotopos. La intensidad de las líneas espectrales. — V. Los espectros del arco y la ley periódica. — VI. Conclusiones.

I

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

La espectroscopía experimental [2] distingue en todos los elementos, con excepción de algunos metaloides [3], dos clases de espectros: los producidos por el arco y los producidos por la chispa. La delimitación entre estas dos clases de líneas espectrales es difícil de estable-

(1) Un resumen de esta memoria fué leído en la sección de Físico-química del 2° Congreso nacional de química (1ro Sud-Americano).

(2) SOMMERFELD, *La constitution de l'atome et les raies spectrales*, página 447. A. Blanchard, París, 1923; E. N. DA C. ANDRADE, *The Structure of the Atom*, página 131, G. Bell and Sons, Londres, 1924.

(3) Los metaloides Fl, Cl, Br. I, O, S, Se y N no producen espectros de arco. Véase: F. EXNER Y E. HASCHEK, *Die Spektren der Elemente bei normalen Druck*, tomo I, página 34, F. Deuticke, Leipzig, 1911, y LECOQ DE BOISBAUDRAN Y A. DE GRAMONT, *Analyse spectrale appliquée aux recherches de Chimie minérale*, página 272, J. Hermann, París, 1923.

cer dado que el arco emite, en determinadas condiciones, sino todas algunas de las líneas de la chispa, y ésta, a su vez, emite las líneas que le son características y refuerza algunas de las emitidas por el arco (*enhanced lines*). Estas dos clases de líneas constituyen el espectro característico de la chispa; además muchas líneas del arco son emitidas por la chispa con una intensidad igual o menor. Según A. de Gramont [1] la chispa emite todas las líneas del arco lo que equivale a establecer que no existen líneas específicas del arco. Al propósito de dilucidar tan importante punto responde esta memoria.

Teóricamente la diferencia entre los espectros de arco y los espectros de chispa es bien simple: los primeros son producidos por la captura del electron de orden n, es decir, corresponden al último estado de la formacion del atomo neutro y los de chispa al penúltimo estado de la formacion del atomo neutro, es decir, a la captura del electron de orden $n - 1$. En resumen, el arco emite las líneas correspondientes al atomo neutro y la chispa las correspondientes al atomo simplemente ionizado. Existen espectros de chispa de orden mas elevado, pero en este trabajo no nos ocuparemos de ese punto [2].

La formula general de la constante de Rydberg se puede escribir:

$$N = \frac{2\pi e^2 m}{h^3}(ne)^2. \quad (1)$$

Para los espectros de arco se tiene $n = 1$, luego

$$N_1 = \frac{2\pi e^4 m}{h^3} \quad (2)$$

y para los espectros de chispa se tiene $n = 2$, luego

$$N_2 = \frac{8\pi e^4 m}{h^3}. \quad (3)$$

de donde $N_2 = 4N_1$, como lo estableció A. Fowler [3].

Sobre la determinacion experimental de las condiciones de emision de las líneas de la chispa por el arco se han realizado numerosas investigaciones. En unas se han observado las modificaciones

[1] Véase más adelante.

[2] NIELS BOHR, *Les spectres et la structure de l'atome*, pagina 94. Hermann, Paris, 1923.

[3] A. FOWLER, *Report on series in line spectra*, páginas 24 y 64. Fleetway Press, Londres, 1922, y *Philosophical Transactions A*, tomo CCXIV, pagina 225, 1914.

producidas por la variación de la presión y en otras se ha hecho estallar el arco en distintos medios.

A. Fowler y H. Payne [1] observaron el arco producido a bajas presiones y constataron, en esas condiciones, la presencia de las líneas de la chispa.

H. Crew [2] también se ha ocupado del mismo asunto y opina que la presencia del hidrógeno es necesaria para la produción de las líneas de la chispa.

Hartmann y Eberhard [3] han observado que el espectro del arco producido bajo el agua (electrodos de Mg, Zn y Cd) produce las rayas de la chispa; lo que posiblemente se deba a la electrolisis del H_2O.

Según Fabry y Buisson las rayas de la chispa son emitidas por ciertas zonas del arco. El arco presenta dos llamas, una sobre cada electrodo; esas llamas parecen tener por origen un punto brillante situado sobre la gota de hierro fundido que termina cada electrodo: son esos puntos brillantes los que dan las rayas de la chispa [4].

Las experiencias realizadas por Duffield [5] confirman los resultados obtenidos por Fabry y Buisson. Dicho autor llama a las líneas de la chispa *líneas polares* porque sólo se producen en la vecindad de los electrodos.

Por su parte Barnes [6] ha estudiado los espectros del arco del Al, del Cu y del Mg a distintas presiones y ha observado que a medida que disminuye la presión, las líneas del arco se debilitan y algunas hasta llegan a desaparecer; en cambio aparecen las líneas de la chispa.

Rossi [7] ha estudiado el régimen del arco para algunos metales (Ni, Fe y Ca) con el objeto de poder determinar el origen de las rayas polares.

[1] A. Fowler y H. Payne, *Proc. of the Royal Society*, tomo LXXII, página 253, 1903.

[2] Crew, *Astrophys. Journal*, tomo XII, página 167, 1900.

[3] J. Hartmann y G. Eberhard, *Astrophys. Journal*, tomo XVII, página 229, 1903.

[4] Ch. Fabry y H. Buisson, *Comptes rendus*, tomo CXLVI, página 751, 1908, y *Journal de Physique*, serie 4ª, tomo IX, página 929, 1910.

[5] W. G. Duffield, *Astrophys. Journal*, tomo XXVII, página 260, 1908.

[6] J. Barnes, *Astrophys. Journal*, tomo XXXIV, página 159, 1911.

[7] R. Rossi, *Astrophys. Journal*, tomo XXXV, página 279, 1912.

H. Oellers (1) ha estudiado los espectros del Cu, Ag, Mg, Ca, Zn, Cd, Al, Tl y Sn, y ha establecido que la emisión es más fuerte en la vecindad de los electrodos y más débil en la parte media del arco. Generalmente las líneas son más intensas en uno de los polos que en el otro; este fenómeno se produce tanto en el polo positivo como en el negativo, según el metal que forma los electrodos.

Recientemente se han publicado sobre estos problemas varias interesantes memorias de A. de Gramont y G. A. Hemsalech (2).

Las conclusiones a que llegan los autores últimamente mencionados pueden resumirse así:

1° Las líneas de la chispa aparecen en el arco cuando se hace pasar una corriente de aire, cuando se mojan los electrodos, cuando se les enfría a —190° por el aire líquido y cuando se prende el arco, es decir, en el *régimen de amorçage;*

2° Las líneas de la chispa no aparecen cuando el catodo esta formado por carbón;

3° Las líneas de la chispa alcanzan gran desarrollo solamente en un medio que ofrezca gran resistencia al paso de la corriente. Esta conclusión es lógica consecuencia de lo establecido en la conclusión primera;

4° La presencia del hidrógeno no es necesaria para la emisión de las líneas de la chispa;

5° El hecho de que las líneas de la chispa sean prominentes cuando los vapores del arco son enfriados y que desaparecen cuando la temperatura de los vapores aumenta, es suficiente para demostrar la futilidad del empleo de dichas líneas en la estimación de las temperaturas de las fuentes de luz. Este hecho demuestra, también, que se debe tener gran cuidado en la selección de las líneas espectrales destinadas a establecer las temperaturas estelares.

Con el propósito de encontrar un nuevo método de clasificación de las líneas espectrales, L. y E. Bloch (3) han estudiado el mecanismo de la emisión de los espectros originados por una chispa eléctrica producida dentro del agua, y han constatado que en el espectro con-

(1) H. Oellers, *Zeit. fur wiss. Photogr.* tomo X, páginas 374 y 393, 1912.

(2) A. de Gramont, *Comptes rendus*, tomo CLXX, página 31, 1920; A. de Gramont y G. Hemsalech, *Comptes rendus*, tomo CLXXIII, páginas 278 y 505, 1921, y tomo CLXXIV, página 356, 1922. *Phil. Mag.* serie 6ª, tomo XLIII, páginas 287 y 834, 1922.

(3) L. y E. Bloch, *Le Journal de Physique et le Radium*, serie 6ª, tomo III, página 309, 1922.

tinuo, ya conocido por las investigaciones de V. Henri [1], aparecen siempre invertidas las líneas del arco y como líneas negras las correspondientes a la chispa. Los autores atribuyen este fenomeno al hecho de que el medio líquido produce la formación de los centros característicos del arco, que funcionan exclusivamente como centros de absorción. Resumen esta característica con las siguientes palabras : « *Le spectre de raies renversées de l'étincelle sous l'eau est en quelque sorte le « negatif » du spectre d'arc dans l'air* ».

Por otra parte, las líneas características de los metales del segundo grupo, el « *single line spectrum* » de los autores ingleses, aparecen con una intensidad extraordinaria como rayas de absorción; dichas líneas son las que, según las investigaciones de Watteville [2], tienen una gran intensidad en las dos zonas de la llama del Bunsen, y también las que, según nuestras investigaciones [3] — que no citan los autores mencionados, — aparecen con una gran intensidad y resisten a la acción de la selfinducción en los espectros obtenidos por la fulguración eléctrica de las soluciones salinas.

Finalmente St. Procopiu [4] ha publicado una extensa memoria sobre los espectros del arco de diferentes metales en distintos medios y en el vacío. El propósito de este autor, contrariamente al de los autores anteriormente mencionados, ha sido el de estudiar las variaciones que sufren las líneas del arco en diferentes medios (aire, H, N, gas de alumbrado, H_2O y el vacío). Los metales estudiados fueron : Cu, Au, Mg, Ca, Zn, Cd, Hg, Al y Tl.

Las conclusiones a que llega dicho autor son las siguientes:

1° En el agua, en el gas de alumbrado y en el hidrógeno las líneas del arco disminuyen de intensidad, y desaparecen cuando su número de orden en la serie es grande; por el contrario las líneas de la chispa aumentan de intensidad;

2° En el nitrógeno se produce un efecto completamente contrario: las líneas del arco aumentan de intensidad cuando su número de orden es grande y las líneas de la chispa desaparecen;

(1) V. Henri, *Le Journal de Physique et le Radium*, serie 6ª, tomo III, página 182, 1922.

(2) Ch. de Watteville, *Spectres de flammes*, Tesis, París, 1904.

(3) A. T. Williams, *Investigaciones experimentales sobre los espectros de la descarga oscilante*, Tesis, Buenos Aires, 1915, y en estos *Anales*, tomo XCVII, página 15, 1924.

(4) St. Procopiu, *Annales de Physique*, serie 10, tomo I, página 89, 1924 y *Journal de Physique et le Radium*, serie 6ª, tomo V, página 7 S., 1924.

3° En el vacío las líneas del arco aparecen finas e intensas hasta en sus términos de orden elevado. Las líneas de la chispa aparecen fuertes en el catodo;

4° Cuando el arco se produce en el agua, en el hidrógeno o en el gas de alumbrado se constata en las series correspondientes al arco, que la energía tiende a localizarse en los primeros términos de las series, que son los que se encuentran del lado del rojo. Este fenómeno puede explicarse por la hipótesis de la densidad de vapor que ha sido deshechada por Sommerfeld ([1]) después de las experiencias de Franck o admitiendo que el medio donde se producen las líneas de la chispa impide la aparición de los últimos términos de las series del arco;

5° Las líneas del arco son emitidas por un mecanismo que tiene su origen en el catodo. El aspecto de las líneas de la chispa en el catodo del arco permite distinguirlas de las líneas del arco, lo que constituye un método para clasificar las líneas espectrales;

6° El aspecto de las diferentes clases de líneas en el arco producido en el vacío permite atribuir las líneas del arco al átomo neutro, las de las chipa al atomo ionizado, el espectro de bandas de cada metal al agregado átomo ion positivo y la emisión de un espectro continuo a la neutralización del ion positivo.

St. Procopiu ([2]) también ha estudiado recientemente la influencia de la presion, entre un milímetro y 760 milímetros, sobre el ancho de las líneas pertenecientes a las series del arco del Zn, Cd, Ca y Al. Ha encontrado que el ancho de las líneas es una propiedad de cada serie. El ancho, para una misma presión, va aumentando con el número de orden de la línea en la serie, hecho que está de acuerdo cualitativamente con la hipotesis de Stark de los campos eléctricos intermoleculares.

En mi tesis ([3]) basándome en el examen de las tablas publicadas por los diferentes autores establecí la siguiente relación para la clasificación de las líneas espectrales

$$\frac{I_c}{I_a} = R. \qquad (4)$$

([1]) A. Sommerfeld, obra citada, página 270.

([2]) St. Procopiu, *Le Journal de Physique et le Radium*, serie 6ª, tomo V, página 220, 1924.

([3]) A. T. Williams, obra citada, página 111.

en la cual I_a e I_c son las intensidades en el arco y en la chispa. Se tendría, entonces :

Valores de R	Clase (tesis)	Clase según esta memoria	Clasificación de las líneas
0	IV	A	Líneas específicas del arco
∞	V	C	Líneas específicas de la chispa
= 1	I	S	Líneas $I_c/I_a = 1$
< 1	II	> A	Líneas $I_c/I_a < 1$
> 1	III	> C	Líneas $I_c/I_a > 1$

A. de Gramont al analizar mi tesis en la *Revue générale des Sciences* ([1]) dice lo siguiente : « *Il admet une classe des raies appartenant exclusivement à l'arc et étrangères a l'étincelle, ce que ne nous parait pas établi avec certitude, car le raies, très peu nombreuses d'allieurs, de cette classe, nous paraissent être soit des aretes de très faibles bandes (pour le calcium notament) soit dues a des impuretes. La question mériterait d'être reprise et elucidée.* »

Con el propósito de dilucidar esta interesante cuestión hemos esblecido con las tablas contenidas en los tomos V y VI del *Handbuch der Spectroscopie* de Kayser, con las tablas de Exner y Haschek y con algunos resultados publicados en los fascículos de espectroscopía de las *Tables anuelles de constantes et données numeriques*, volumen III, año 1912, y volumen IV, años 1913 a 1916, la lista de las líneas específicas del arco para los siguientes elementos: Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Au, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn y Cd.

Es oportuno ahora hacer el examen crítico de las líneas específicas del arco correspondientes a cada elemento, a fin de establecer su origen probable. Respecto de dichas líneas se pueden admitir tres hipótesis:

a) Que pertenecen a impurezas;

b) Que forman parte de espectros de bandas;

c) Que en realidad son líneas específicas del arco.

Las dos primeras hipótesis son las enunciadas por Gramont. Respecto de la hipótesis *a)* debe tenerse presente que se trataría de impurezas que aparecerían en el arco y no en la chispa, cosa altamente sugerente y hasta inexplicable de acuerdo con la característica de las líneas últimas, dado que si se observa con una misma muestra de

([1]) A. DE GRAMONT, *Revue générale des Sciences*, tomo XXVI, página 590, 1915.

un metal su espectro de chispa y su espectro de arco y aparecen en este último líneas que no figuran en el de chispa, es evidente que esas líneas son pura y exclusivamente del arco y que no es lógico atribuirlas a impurezas.

Para examinar este punto nada más conveniente que hacer un examen comparativo con las tablas de Exner y Haschek porque, además de la habilidad experimental bien conocida de sus autores, ofrecen la ventaja inapreciable de que las mismas muestras de metales o sales han servido para producir los espectros de arco y los de chispa; circunstancia que ha permitdo a los autores mencionados hacer una eliminación rigurosa de las líneas debidas a las impurezas. También hemos hecho el mismo estudio comparativo con los espectros descritos por Kayser y Runge para el arco, y Eder y Valenta para la chispa. Incluyendo en algunos casos los resultados obtenidos por otros autores, lo que hacemos notar al ocuparnos de cada espectro.

Los progresos realizados en el estudio de la estructura de los espectros permiten también hacer una selección de las líneas correspondientes a cada elemento, porque estando la emisión de las líneas espectrales regida por el traslado de unas órbitas electrónicas a otras de uno o más electrones, y estando las órbitas perfectamente determinadas por los términos límites de las series y sus términos sucesivos, se puede afirmar que tal línea pertenece a tal elemento porque sus constantes espectrales pertenecen a determinada serie de determinado elemento. Además la regla del corrimiento espectroscópico de Sommerfeld-Kossel permite también una selección de las líneas espectrales.

Un caso concreto de la aplicación de estos principios la tenemos en una memoria de Catalán (1) respecto de la línea 3838,329 atribuída por él al manganeso y que según Back (2) debe ser la línea 3838,29 del magnesio. Back llega a esa conclusión, a la que adhiere Catalán, analizando la estructura del multiplete VIII del Manganeso de acuerdo con la regla del corrimiento y también de acuerdo con el comportamiento del mencionado multiplete al efecto Zeeman.

Después de estudiar cada uno de los espectros y deducir de su examen las consecuencias que expondremos más adelante, llegará el

(1) M. A. CATALÁN, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXI, página 326, 1923.

(2) E. BACK, *Zeitschrift für Phisik*, tomo XV, página 223, 1923.

momento de concretar las observaciones que en forma general acabamos de esbozar.

Simb.	Según Exner y Haschek					Según K. y R. E. y V. y otros.					Coincidencias			Región espectral examinada λ a λ	
	A	C	S	Σ_a	Σ_c	A	C	S	Σ_a	Σ_c	A	C	S		
Li	4	2	8	12	10	4	—	9	13	9	1	—	7	2741,37 a 6708,10	(1)
Na	17	5	8	25	13	—	29	24	24	53	—	2	8	2617,22 a 6161,01	(2)
K	12	55	6	18	61	7	99	22	29	121	—	55	5	2833,20 a 6939,60	(3)
Cu	188	149	179	367	328	126	356	181	307	537	77	119	131	2104,88 a 6223,87	(4)
Rb	14	56	5	19	61	5	28	10	15	38	5	28	5	2364,40 a 6298,80	
Ag	3	354	24	27	378	23	389	40	63	429	2	237	21	2106,70 a 5471,70	(5)
Cs	9	61	5	14	66	7	42	7	14	49	3	40	5	2267,70 a 6974,50	
Au	5	299	30	35	329	7	546	50	57	596	—	218	27	2283,42 a 6332,48	(6)
Mg	15	20	37	52	57	24	22	31	55	53	9	9	28	2630,52 a 5711,38	
Ca	36	7	78	114	85	39	74	75	114	149	15	3	70	2208,95 a 6717,90	(7)
Zn	10	107	24	34	131	55	78	33	88	111	7	59	24	2011,79 a 6362,19	(8)
Sr	70	12	75	145	87	83	—	80	163	80	37	—	67	2153,00 a 7070,30	
Cd	4	95	34	38	129	42	252	53	95	305	—	77	33	2111,72 a 6469,00	(9)
Ba	107	49	98	205	147	98	16	88	186	104	65	13	82	2245,72 a 7060,19	(10)

(1) Entre 2373,90 y 2741,37 existen 6 líneas de la clase A, según Kayser y Runge, y según Liveing y Dewar.

(2) Entre 2512,23 y 2617,22 existe 1 línea de la clase C y 3 líneas de la clase S, según Kayser y Runge, y Eder y Valenta.

(3) Según Kayser y Runge, y Eder y Valenta existen 2 líneas de la clase S: 7665,60 y 7699,30.

(4) Entre 1938,35 y 2104,89 existen, según Kayser y Runge, y Eder y Valenta, 8 líneas de la clase A, 13 de la clase C y 11 de la clase S.

(5) Entre 1975,20 y 2106,70 existen 13 líneas de la clase C, según Eder y Valenta; y entre 5479,34 y 6037,20, según Kayser y Runge, y Eder y Valenta: 1 línea de la clase A, 27 de la clase C y 1 de la clase S.

(6) Entre 2110,74 y 2283,42 existen 36 líneas de la clase C, según Exnèr y Haschek, y 54 según Eder y Valenta, de las cuales coinciden 31.

(7) Según Kayser y Runge, y Eder y Valenta existen entre 2073,00 y 2200,84: 5 líneas de la clase A, 9 de la clase C y 1 de la clase S.

(8) Entre 1918,35 y 2096,99, según Paschen, y Eder y Valenta, existen 11 líneas de la clase C y 3 líneas de la clase S.

(9) Entre 1912,27 y 2100,40 existen, según Eder y Valenta, y según Lyman, 13 líneas de la clase C, 1 de la clase A y otra de la clase S.

(10) Entre 1987,00 y 2236,00 existen, según Saunders, 8 líneas de la clase A.

En el cuadro precedente se consignan:

A, número de líneas específicas del arco;

C, número de líneas específicas de la chispa;

S, número de líneas comunes al arco y a la chispa;

Σ_a número total de líneas del espectro del arco;

Σ_c número total de líneas de la chispa.

La primera división del cuadro corresponde a los cómputos hechos con las tablas de Exner y Haschek, y la segunda a los computos obtenidos con los resultados de Kayser y Runge, Eder y Valenta y otros autores. La tercera división del cuadro corresponde a las coincidencias halladas para cada una de las clases de líneas espectrales establecidas, comparando los resultados de Exner y Haschek con los de los otros autores ya mencionados.

II

CUADROS NUMÉRICOS DE LAS LÍNEAS ESPECÍFICAS DEL ARCO EN LOS ESPECTROS DEL Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag Y Au. SUS SERIES Y SUS DIAGRAMAS ENERGÉTICOS. CONCLUSIONES.

Los cuadros numéricos que van a continuación han sido establecidos en la siguiente forma:

1ª columna. Designación de la serie según las tablas de Fowler [1] y, en algunos casos, según las tablas de Hicks [2].

2ª columna. Longitudes de onda en Amstrong Internacionales para las líneas clasificadas en series.

3ª columna. Líneas específicas del arco, según el estudio comparativo de las tablas de Exner y Haschek.

4ª columna. Líneas específicas del arco, según el estudio comparativo de las tablas de Kayser y Runge, y Eder y Valenta.

5ª columna. Resultados de otros autores [3].

(1) A. Fowler, obra citada.

(2) W. M. Hicks, *A Treatise on the Analysis of Spectra*, Cambridge University Press, 1922.

(3) Después de estar hechos los cuadros numéricos, hemos tenido oportunidad de consultar, gracias a la amabilidad del doctor Ramón G. Loyarte, el tomo VII (fascículo 1) del *Handbuch der Spectroscopie* de Kayser publicado ahora en colaboración con el profesor H. Konen, lo que nos ha permitido introducir algunas correcciones en los cuadros numericos correspondientes a los espectros del Cu, Ag, Au, Ca y Cd.

En las columnas correspondientes a las intensidades figuran las establecidas por los autores citados; cuando hay coincidencias entre los resultados de dos o más autores las cifras van en negrita; cuando las líneas sólo son mencionadas por un autor van en caracteres comunes, y cuando hay discrepancia respecto de la clasificación de la línea se emplea la notación establecida en esta memoria.

LÍNEAS DE LA CLASE A

Espectro del litio [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		W. Huppers		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1σ-7π	**2394.48**			2394,54	**1**	2394,56	**1**	
				—	—	2398,62	1	
1σ-6π	**2425.68**			2425,55	**3**	2425,76	**3**	
				—	—	2452,22	1	
1σ-5π	**2475.29**			2475,13	**4**	2475,38	**4**	
1σ-4π	**2562.50**			2562,60	**5**	2562,59	**5**	(2)
				—	—	2646,41	1	
				—	—	2943,79	5	
1π-8δ	**3670.40**	—	—	3670,60	1			
1π-7δ	**3718.70**	—	—	3718,90	3			
1π-6δ	**3794.70**	3794,00	**1**	3794,90	**5**			(2)
1π-5δ	**3915.00**	3915,00	>A	3915,20	6			(2)
1π-5σ	**3985.79**	3986,20	2	3985,94	>A			
1π-4δ	**4132.29**	4132,30	5	4132,44	>A			(2)
1π-2π	**6240.10**	6240,60	**1**	—	—	6240,80	?	(3)

(1) A. Fowler, obra citada, página 97; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 117, y tomo III, página 107; H. Kayser, obra citada, tomo V, página 668; W. Huppers, *Tables annuelles de constantes et données numériques*, tomo IV, página 404, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XIII, página 87, 1913.

(2) Presentes en el espectro de la llama, según Watteville.

(3) También en el arco, según Konen y Hagenbach, y según Saunders.

Espectro del sodio (1)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		F. A. Saunders		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1σ-$4\pi_1$	**2680,34**	2680,50	2	2680,46	>C			
1σ-$4\pi_2$	**2680,44**	2680,50	2	2680,46	>C			
s. n. c.	**3345,00**	3345,13	1	—	—			
1σ-2δ	**3427,10**	3427,20	1	—	—			
		3974,10	1?	—	—			Ca?
$1\pi_1$-6δ	**4497,72**	4499,00	1	—	—			
$1\pi_2$-5δ	**4664,86**	4666,00	1	4665,20	S			(2)
$1\pi_1$-5δ	**4668,60**	4670,00	1	4669,40	>A			(2)
$1\pi_2$-5σ	**4748,02**	4748,60	2	4748,36	>A			
$1\pi_1$-5σ	**4752,89**	4752,60	2	4752,19	>A			
$1\pi_1$-4φ	**4975,90**	4975,00	1	—	—	4975,00		
$1\pi_2$-4δ	**4978,60**	4979,10	2	4979,30	>C			(2)
$1\pi_1$-4δ	**4982,86**	4983,50	2	4983,53	S			(2)
$1\pi_2$-4σ	**5149,09**	5149,20	1	5149,19	S			
$1\pi_2$-3φ	**5670,18**	5670,50	1	5670,40	>A			
$1\pi_1$-3φ	**5675,70**	5675,80	1	5675,92	>A			
$1\pi_2$-3σ	**6154,21**	6154,48	20	6154,62	S			
$1\pi_1$-3σ	**6160,72**	6161,01	30	6161,15	S			

(1) FOWLER, obra citada, página 99; EXNER Y HASCHEK, obra citada, tomo II, página 141, y tomo III, página 132; KAYSER, obra citada, tomo VI, página 1.

(2) Presentes en el espectro de llama, según Watteville.

Espectro del potasio [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Liveing y Dewar		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1σ-9π	**2942,70**	—	—	2942,80	1	2942,00		
1σ-8π	**2963,24**	—	—	2963,36	1	2963,40		
1σ-6π	**3034,82**	—	—	3034,94	4	3033,00		
1σ-$5\pi_1$	**3102,03**	—	—	3102,15	2	3101,00		
1σ-$2\delta'$	**4641,58**	4642,10	2	—	—	4642,50		(2)
1σ-$2\delta'$	**4642,17**	4642,60	2	—	—			
$1\pi_1$-10σ	**4754,54**	4755,10	1	—	—	—		
$1\pi_2$-7δ	**4950,81**	—	—	4952,20	1	4950,00		
$1\pi_1$-7σ	**4956,04**	—	—	4956,80	1	4956,00		
$1\pi_2$-6δ	**5097,14**	—	—	5097,75	2	5098,00		(3)
$1\pi_2$-5σ	**5323,22**	5323,80	1	5323,55	> A			(3)
$1\pi_1$-5σ	**5339,67**	5340,30	1	5340,08	> C			(3)
$1\pi_2$-5δ	**5342,97**	5343,60	1	5343,35	> A			(3)
$1\pi_1$-5δ	**5359,52**	5360,30	1	5359,88	> C			(3)
$1\pi_1$-4σ	**5782,77**	5782,90	2	5782,67	> A			(3)
$1\pi_2$-4δ	**5812,71**	5812,80	1	5812,54	> A			(3)
$1\pi_1$-4δ	**5832,31**	5832,40	1	5832,23	> A			(3)
$1\pi_2$-3σ	**6911,30**	6911,70	1	6911,20	S			
$1\pi_1$-3σ	**6938,98**	6939,60	1	6938,80	S			

(1) FOWLER, obra citada, página 102; EXNER Y HASCHEK, obra citada, tomo II, página 114, y tomo III, página 104; KAYSER, obra citada, tomo V, página 600.

(2) En el arco, según Saunders.

(3) En la llama, según Watteville.

Espectro del rubidio [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		F. A. Saunders		
		λ	I	λ	I	λ	I	
$1\sigma\text{-}4\pi_1$	**3348,72**	3348,89	**2**	3348,86	**3**			[2]
$1\sigma\text{-}4\pi_2$	**3350,89**	3351,00	**2**	3351,03	**5**			[2]
$1\sigma\text{-}3\pi_1$	**3587,08**	3587,21	**20**	3587,23	**5**			[2]
$1\sigma\text{-}3\pi_2$	**3591,59**	3591,74	**10**	3591,74	**4**			[2]
$1\pi_1\text{-}7\delta$	**5260,30**	5261,00	1	—	—	5260,50		[2]
$1\pi_2\text{-}6\delta$	**5362,75**	5363,10	**2**	5362,94	**2**	5363,10		[2]
$1\pi_1\text{-}6\sigma$	**5391,00**	5391,40	1	—	—	5391,20		[2]
$1\pi_1\text{-}6\delta$	**5431,62**	5431,90	**2**	5431,83	> A	5431,90		[2]
$1\pi_2\text{-}5\sigma$	**5579,20**	5579,20	1	—	—	5579,40		[2]
$1\pi_2\text{-}5\delta$	**5647,96**	5648,20	3	5648,18	> A	—		[2]
$1\pi_1\text{-}5\sigma$	**5654,00**	5654,30	2	5654,22	> A	—		[2]
		5858,00	1	—	—	—		
$1\pi_2\text{-}4\sigma$	**6070,95**	6071,20	**2**	6071,20	> A	6071,10		[2]
$1\pi_1\text{-}4\sigma$	**6159,84**	6160,20	**3**	6159,80	> C	6160,00		[2]

[1] A. FOWLER, obra citada, página 104; EXNER Y HASCHEK, obra citada, tomo II, página 207, y tomo III, página 189; KAYSER, obra citada, tomo VI, página 332; J. M. EDER Y E. VALENTA, *Atlas typischer spektren*, página 89, Viena, 1911.

[2] Presentes en el espectro de la llama, según Ramage.

Espectro del cesio [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		F. A. Saunders		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1σ-$4\pi_1$	**3611,52**	3612,00	1	3611,84	> A			[2]
1σ-$4\pi_2$	**3617,41**	—	—	3617,08	2			[2]
1σ-$3\pi_1$	**3876,39**	3876,80	**1**	3876,73	**6**			[2]
1σ-$3\pi_2$	**3888,65**	3889,20	**1**	3888,83	**4**			[2]
$1\pi_2$-$7\delta'$	**5465,90**	—	—	5465,80	2			[2]
		—	—	5579,30	1			[3]
$1\pi_1$-7δ	**5635,22**	—	—	5635,10	**4**	5635,00		[2] [3]
$1\pi_2$-$6\delta'$	**5663,80**	5664,40	**1**	5664,00	**6**	—		[2]
$1\pi_1$-6δ	**5844,70**	5845,00	1	5845,10	> A	—		[2]
$1\pi_1$-$5\delta'$	**6217,27**	6217,60	**1**	—	—	6217,60		[3]
$1\pi_2$-4σ	**6354,98**	6355,30	**2**	—	—	6355,30		[2]
$1\pi_1$-4σ	**6586,94**	6587,30	**3**	6588,00	C	6587,30		
$1\pi_1$-4δ	**6973,17**	6974,50	**5**	6973,90	C	6973,10		[3]

El examen de los cuadros numéricos nos muestra que en las líneas específicas del arco para el Li, Na, K, Rb y Cs existen bastantes coincidencias, sobre todo para los tres últimos metales, entre los resultados de los distintos autores y que, además, todas las líneas pertenecen a series perfectamente determinadas.

Para las líneas que según las tablas de Exner y Haschek pertenecen exclusivamente al arco y que según Kayser y Runge y Eder y Valenta son comunes al arco y a la chispa, la relación $\frac{I_c}{I_a} < 1$ se satisface en casi todas, lo que prueba que aun cuando no son, según los autores citados en último término, exclusivas del arco pertenecen a él puesto que no se refuerzan en el espectro de la chispa.

Las líneas de los metales de este subgrupo están clasificadas en series :

[1] A. Fowler, obra citada, página 107; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 48, y tomo III, página 18; H. Kayser, obra citada, tomo V, página 377; Eder y Valenta, obra citada, página 89.

[2] En la llama, según Ramage.

[3] En el arco, según Snow.

Designación	Fórmula	
Serie principal de dobletes......	$1\sigma - m\pi_{1 \cdot 2}$	$m = 1, 2, 3, 4$
Serie neta de dobletes	$1\pi_{1 \cdot 2} - m\sigma$	$m = 2, 3, 4$
Serie difusa de dobletes.........	$1\pi_{1 \cdot 2} - m\delta$	$m = 2, 3, 4$
Serie fundamental de dobletes...	$2\delta - m\varphi$	$m = 3, 4, 5$

Existen además, líneas de combinación entre los diferentes términos de las series (¹).

Las líneas clasificadas como específicas del arco pertenecen a la

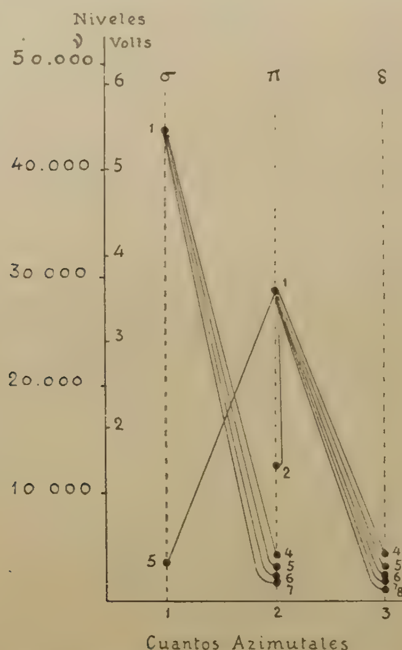


Fig. 1. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Litio

series principal, difusa y neta. Las líneas emitidas son las correspondientes a los terminos de orden elevado de cada serie $m > 4$ como lo ha comprobado experimentalmente St. Procopiu para otros elementos

(¹) Fowler, obra citada, página 96.

en sus experiencias ya mencionadas sobre los espectros del arco en el nitrógeno.

La figura 1 representa el diágrama energético de las líneas específicas del arco correspondientes al Litio. Hemos empleado la representación gráfica descrita por varios autores entre ellos Catalán y Foote y Mohler (1) que consiste en establecer en ordenadas los valores de los términos expresados en frecuencias y también en volts de acuerdo con la fórmula

$$V = 12{,}34 \times 10^{-5} . \nu \, \mathrm{cm}^{-1} \tag{5}$$

y en abcisas los cuantos azimutales de acuerdo con la teoría de Bohr, reservando para cada serie un eje de ordenadas y uniendo los términos que se combinan para determinar la frecuencia de cada línea.

Los cuantos azimutales asignados por Bohr (2) a las diferentes series de dobletes de los metales de la primera columna y de tripletes y simpletes de los metales de la segunda columna son los que establece el cuadro siguiente :

Términos	Dobletes	Simpletes	Tripletes	Cuantos azimutales
Serie principal.......	$m\sigma$	$m\mathrm{S}$	ms	1
Serie neta...........	$m\pi$	$m\mathrm{P}$	mp	2
Serie difusa..........	$m\delta$	$m\mathrm{D}$	md	3
Serie fundamental....	$m\varphi$	$m\mathrm{F}$	mf	4

El Na y el K presentan líneas de combinación que no satisfacen al principio de selección (3) puesto que la variación del número de cuantos azimulates es de dos unidades en lugar de satisfacer a la condición de variación ≤ 1. Dichas líneas son a las que se refieren Foote y Mohler (4) al decir que las bases físicas de su mecanismo de

(1) M. A. Catalán, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXI, páginas 114 y 230, 1923, y tomo XXII, página 72, 1924 ; P. D. Foote y F. L. Mohler, *The origin of Spectra*, páginas 51 y 238.

(2) Foote y Mohler, obra citada, página 239; Andrade, obra citada, página 175.

(3) A. Rubinowicz, *Phys. Zeitschr.*, tomo XIX, páginas 441 y 465, 1918; Andrade, obra citada, página 159; A. Sommerfeld, obra citada, página 327.

(4) Foote y Mohler, obra citada, páginas 36 y 129.

emisión es una cuestión todavía debatida. Probablemente esas excepciones al principio de selección pueden explicarse por la existencia de un campo eléctrico exterior a la fuente de luz o por los campos eléctricos producidos por los iones vecinos, dentro de la misma fuente luminosa (¹).

La figura 2 representa el diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A correspondiente al Na. Se han unido con líneas de

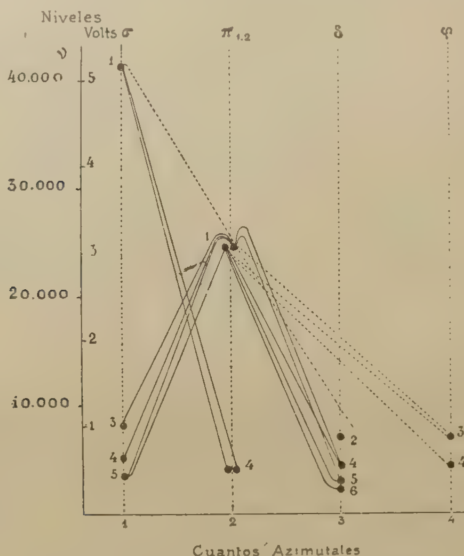


Fig. 2. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Sodio

puntos los términos cuya combinación no satisface al principio de selección. La figura 3 representa el diagrama energético de la misma clase de líneas correspondientes al Rb.

El examen de los diagramas de las figuras 1, 2 y 3 muestra que tienen grandes analogías, lo que permite descartar la hipótesis de que dichas líneas se deban a impurezas o formen parte de espectros de bandas. Existe además la circunstancia de que dada la estructura semejante de las configuraciones electrónicas exteriores de los áto-

(¹) P. D. Foote, *Journal of the Franklin Institute*, tomo CXCVIII, página 355, 1924.

mos de dichos elementos, las características de sus distintos espectros deben tener grandes analogías (1).

Las líneas pertenecientes a la clase A en el espectro del cobre son muy numerosas: 188 según Exner y Haschek, y 126 según Kayser y Runge, de las cuales coinciden 77. De los elementos estudiados es el que presenta mayor número de líneas de dicha clase, tanto en los resultados de los distintos autores como en las coincidencias.

Las recientes investigaciones de Huppers y Hasbasch, sobre todo

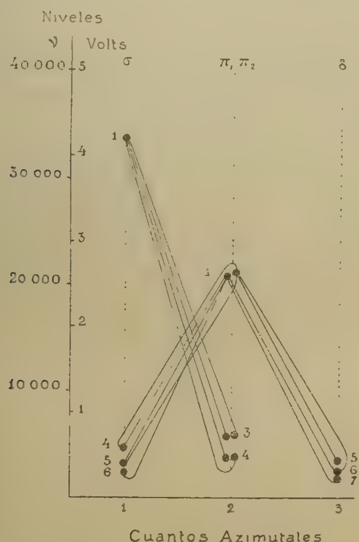


Fig. 3. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Rubidio

de este último en el arco y en la chispa, muestran el gran número de coincidencias, en lo que se refiere a líneas de la clase A, con los resultados de los autores mencionados anteriormente. El Cu, a pesar del escaso número de líneas clasificadas en series que presenta su espectro de arco, es uno de los metales que muestra de una manera

(1) Los diagramas no son siempre la representación fiel de los cuadros numéricos, porque en algunos casos la representación total de los diferentes componentes de los dobletes y tripletes produciría dibujos demasiado recargados, y por lo tanto, confusos. En ciertos casos una sola línea, uniendo dos términos, representa un triplete o un doblete completo.

evidente la existencia de líneas que sólo son emitidas por el arco. Actualmente el doctor Miguel Catalán está estudiando la estructura del espectro del cobre en el Instituto de física del profesor Sommerfeld, en Munich [1]. Según Hicks [2] dicho espectro se halla caracterizado, como también lo comprueban los cómputos hechos por nosotros, por la gran cantidad de líneas correspondientes al arco en comparación con las que presentan Ag y Au.

Según las tablas de Fowler [3] dicho metal presenta series análogas a las de los metales alcalinos. Las líneas de la clase A pertenecen a todas las series con excepción de la principal, contrariamente a lo que sucede con los metales alcalinos. El término χ que hemos atribuído a una serie difusa a fin de respetar el principio de selección es, según Hicks [4], el término límite de una serie de tripletes difusos. Según ese mismo autor es probable que exista una segunda serie principal de dobletes, la serie Q. En su memoria anteriormente citada L. y E. Bloch mencionan un nuevo término que denominan $y = 51104{,}16$ y con el cual han logrado clasificar algunas líneas. Dicho término también debe pertenecer a una serie difusa, por el principio de selección.

Algunas líneas de la clase A correspondientes al Cu pertenecen a las series de adición *(summation series)* establecidas por Hicks [5] en las cuales los términos que determinan la frecuencia de una línea espectral en lugar de restarse se suman, y que están representadas por la fórmula general

$$\nu = \Phi(m) + \Omega(m). \tag{6}$$

Siendo :

$$\left.\begin{array}{l} \nu = 1\sigma + m\pi \\ \nu = 1\pi + m\sigma \\ \nu = 1\sigma + m\delta \\ \nu = 2\delta + m\varphi \end{array}\right\} m = 1, 2, 3, \ldots \tag{7}$$

las fórmulas correspondientes a las series principal, neta, difusa y fundamental; de las cuales se hallan presentes, según las tablas de Hicks, líneas de las diversas series en los espectros de los elementos

(1) Comunicación particular.

(2) HICKS, obra citada, página 60.

(3) FOWLER, obra citada, página 109.

(4) HICKS, obra citada, página 257.

(5) HICKS, obra citada, páginas 27, 60 y 251.

del primer grupo, en el Cd, Zn, Hg, Eu y en los correspondientes a los gases raros.

Sobre la existencia de dichas series Fowler [1] abriga muchas dudas. Además la explicación del mecanismo de su emisión, es decir, el sentido físico de las ecuaciones (6) y (7), estaría en desacuerdo con la ecuación fundamental de la hipótesis cuantista :

$$W_1 - W_2 = h(\nu_1 - \nu_2). \qquad (8)$$

Las series de adición pueden expresarse por una diferencia de dos términos, de la forma :

$$2\Phi(m) - [\Phi(m) - \Omega(m)] = \nu, \qquad (9)$$

como lo expondremos en una próxima memoria.

Para dichas líneas hemos adoptado la representación gráfica usual modificándola en la siguiente forma: Hemos prolongado los ejes de ordenadas donde se establecen los valores de los niveles energéticos de los términos, de un lado y de otro del eje de las abcisas, sin que ello importe que los términos colocados debajo de dicho eje tengan un valor negativo y al solo efecto de mostrar gráficamente que las frecuencias correspondientes a los terminos que se combinan se suman en lugar de restarse. La figura 5 representa el diagrama de las líneas de la clase A así construído.

Van a continuación los cuadros numéricos de las líneas de la clase A concernientes al Cu, Ag y Au y los diagramas energéticos correspondientes al Cu (figs. 4 y 5) y a la Ag (fig. 6).

En las líneas pertenecientes a las series de adición hemos tratado de adoptar en lo posible la notación de Fowler.

(1) FOWLER, obra citada, página 58.

Espectro del cobre [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		W. Huppers		
		λ	I	λ	I	λ	I	
				1956,83	1			
$1\pi_1+2\sigma$	**1971,99**			1971,99	1			
				1995,16	1			
				2003,50	1			
				2061,77	1			
				2068,45	1			
		—	—	2169,49	**1**	2169,55	**1**	(H)
		—	—	2171,88	1	—	—	(H)
		2214,63	**2**	2214,68	> A	2214,65	**1**	
		—	—	2236,40	**1**	2236,35	**1**	(H)
$1\kappa-4\varphi$	**2238,43**	—	—	2238,52	**2**	2238,53	**2**	(H)
		—	—	2240,89	1	—	—	
$y-3\varphi$	**2260.58**	2260,55	**1**	2260,58	> A	2260,55	**1**	(C) (H)
		—	—	2282,20	1	—	—	
		2293,93	**3**	2293,92	> A	2293,92	**5**	
		2303,20	**1**	2303,18	> A	2303,17	**3**	
		2319,69	**1**	2319,70	> A	2319,68	**1**	(H)
		2406,80	**3**	2406,82	> A	2406,78	**3**	
		—	—	2494,72	2	—	—	
		—	—	2547,67	2	—	—	
		—	—	2567,17	1	—	—	
		2569,95	1	2569,99	> A	—	—	
		—	—	2570,76	2	—	—	
		2579,40	**1**	2579,40	**2**	—	—	(H)
		—	—	2605,08	1	—	—	
		2626,70	1	—	—	—	—	
		2627,49	**2**	2627,49	**2**	2627,53	**1**	(H)

(1) **Resultados de Huppers (arco) hasta 3178,34; resultados de Hasbach** (arco y **chispa) de 3211,42 a 3598,01, y de 4015,80 a 6741,40. Entre 3600,00 y** 4003,18, resultados de Crew y Tatnall. La letra (H) significa líneas de la clase A según los **resultados de Hasbach y la letra (C) líneas de combinación** según Hicks y según **L. y E. Bloch.**

Ninguna línea específica del arco se halla presente en el espectro de la llama descrito por Watteville.

A. Fowler, obra citada, página 109; W. M. Hicks, obra citada, página 254; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 49, y tomo III, página 49; Kayser, obra citada, tomo V, página 391, y tomo VII, página 330; W. Huppers, *Tables annuelles*, volumen IV, página 393, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XIII, página 59, 1913; Eder, *Tables annuelles*, volumen IV, página 384, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XIII, página 20, 1913.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek λ	Exner y Haschek I	Kayser y Runge λ	Kayser y Runge I	W. Huppers λ	W. Huppers I	
$1\pi_2+3\sigma'$	**2630,00**	2630,10	2	2630,15	>A	2630,14	2	(H)
		2635,50	2	2635,02	>A	2635,09	2	
		2645,41	1	2645,45	2	—	—	(H)
		2649,90	1	2649,93	>A	—	—	(H)
		2651,80	1	2651,78	2	—	—	
		2671,30	1	—	—	—	—	
$1\pi_2+4\sigma$	**2672,24**	2672,15	1	2672,24	2	—	—	
		2676,55	1	2676,59	2	—	—	
		—	—	2681,16	1	—	—	
		—	—	2687,85	1	—	—	
		2702,70	1	—	—	—	—	
$1\kappa-2\varphi$	**2715,67**	2715,60	2	2715,67	4	2715,62	1	(C) (H)
$1\kappa-2\delta$	**2723,95**	2724,03	2	2724,04	>A	2724,14	2	(H)
		2751,35	2	2751,38	>A	2751,43	2	(H)
		2751,90	1	2751,86	1	—	—	(H)
$1\pi_2+4\delta$	**2763,70**	2763,89	2	2763,80	C	2763,74	1	(H)
$1\kappa-2\pi_2$	**2768,89**	2768,94	2	2768,94	4	—	—	(H)
		2769,35	1	2769,37	1	2769,93	2	(H)
$1\pi_1+4\gamma$	**2782,73**	2782,73	2	2882,73	2	—	—	(H)
		2783,67	2	2783,67	2	2783,76	1	(H)
		2786,62	1	2786,65	2	—	—	
		2792,05	1	2792,07	2	—	—	
		2802,77	1	—	—	—	—	
		2803,75	1	—	—	—	—	
		2805,80	1	—	—	—	—	
		2846,60	1	—	—	—	—	
		2866,30	1	—	—	—	—	
		2874,70	1	2874,60	2	2874,59	2	
		2875,80	1	2875,66	2	—	—	
		—	—	2879,04	2	—	—	
		2885,93	1	—	—	—	—	
$1\pi_2+5\delta$	**2890,85**	2891,00	2	2890,97	2	2891,08	2	(H)
		2891,80	2	2891,77	2	2891,77	2	(H)
		2911,35	1	2911,29	2	—	—	(H)
		2922,98	1	—	—	—	—	
		2923,38	1	—	—	2923,14	1	
		2923,83	2	—	—	—	—	(H)
$1\pi_1+6\sigma$	**2924,90**	2925,00	1	2924,99	1	2925,20	?	(H)
		2925,55	1	2925,65	1			
		2938,99	1	—	—	—	—	
		2951,36	2	2951,38	4	—	—	(H)
		2974,83	1	—	—	—	—	
$1\pi+8\delta$?	**2978,29**	2978,41	>A	2978,42	2	2978,39	1	(H)

Serie	[illegible]	[illegible]		[illegible]		W. [illegible]		
		[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	
[illegible]	2982.77	[illegible]	1	[illegible]	2	—	—	(H)
		[illegible]	1	[illegible].10	4	—	—	(H)
		[illegible]	1	[illegible]	2	[illegible]	2	(H)
[illegible]	2998.38	[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		—	—	[illegible]	4	[illegible]	2	(H)
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	(H)
		3014.97	[illegible]	—	—	—	—	(H)
[illegible]	3021.56	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2	[illegible]	1	(H)
[illegible]	3022.60	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4	[illegible]	2	(H)
		[illegible]	3	[illegible]	2	[illegible]	1	(H)
		[illegible]	2	[illegible]	2	3030.23	1	(H)
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	2	[illegible]	2	3044.17	3	[illegible]
		[illegible]	1	[illegible]	1	—	—	
[illegible]	3053.52	[illegible]	1	[illegible]	1	—	—	
		—	—	[illegible]	2	3057.70	2	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	[illegible]
[illegible]	3070.86	[illegible]	1	[illegible]	8	3070.80	1	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	1	—	—	3078.32	1	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	2	[illegible]	2	—	—	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	[illegible]
		[illegible]	3	[illegible].53	2	—	—	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	4	[illegible]	2	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	[illegible]		—	—	—	[illegible]
		[illegible]	1	[illegible]	2	—	—	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]
		[illegible]	2	[illegible]	2	—	—	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	2	[illegible]	2	[illegible]	2	
		[illegible]	1	—	—	[illegible]	2	
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
		[illegible]	2	—	—	[illegible]	2	
		[illegible]	1	—	—	[illegible]	1	
		—	—	[illegible]	[illegible]	—	—	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	
		[illegible]	[illegible]	—	—	—	—	

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek λ	Exner y Haschek I	Kayser y Runge λ	Kayser y Runge I	W. Huppers λ	W. Huppers I	
		3358,90	1	—	—	—	—	
		3362,10	1	—	—	—	—	
		3375,81	>A	3375,74	2	3375,67	2	
		3379,83	1	—	—	—	—	
		3380,03	1	—	—	—	—	
$1\pi—7\sigma$	**3384,81**	3384,96	2	3384,88	2	3384,81	2	
		3388,20	1	3388,21	1	—	—	
		—	—	3391,09	2	—	—	
$1\pi—8\delta$	**3392,01**	3392,17	1	3392,10	1	3392,01	1	
		3395,61	>A	3395,52	2	3395,47	2	
		3396,49	>A	3396,39	1	3396,32	2	
$1\pi_1—6\rho$	**3413,41**	3413,47	2	3413,41	>A	3413,34	>A	
		3420,28	S	3420,20	1	3420,16	1	
$1\pi_1—6\pi$	**3422,22**	3422,30	>A	3422,22	2	—	—	
		3434,12	1	—	—	—	—	
		3436,15	1	—	—	—	—	
		3437,93	1	—	—	—	—	
		3459,53	2	—	—	3459,42	1	
$1\pi—6\sigma$	**3463,50**	3463,70	1	—	—	3463,50	1	
		3474,70	1	—	—	3474,57	1	
		3482,00	1	—	—	—	—	
		3487,68	>A	3487,62	1	3487,56	2	
		3488,93	>A	3488,89	1	3488,84	2	
		3492,09	1	—	—	—	—	
		3498,19	3	3498,11	2	3498,06	2	
		3500,42	2	3500,37	1	3500,31	2	
		3501,46	1	—	—	—	—	
		3501,67	1	—	—	—	—	
		3507,53	1	—	—	—	—	
		3510,46	1	—	—	—	—	
		3531,06	1	—	—	—	—	
		3545,08	>A	3545,05	2	3544,96	2	
		3546,56	2	3546,54	1	3546,45	1	
$1\pi_2—5\sigma$	**3566,14**	3566,28	1	—	—	3566,14	1	
		3594,17	2	—	—	3594,02	2	
$1\pi_1—5\sigma$	**3598,01**	3598,18	2	—	—	3598,01	2	
		3609,43	2	3609,39	2	3609,43	2	(H)
		3610,93	3	3610,86	2	3610,88	2	(H)
		3614,35	>A	3614,31	1	3614,31	1	(H)
		3629,91	2	3629,91	1	3629,90	2	(H)
$1\delta—10\rho$	**3632,65**	3632.70	2	3632,65	2	3632,67	2	(H)
		—	—	3644,20	2	3643,80	1	
		3648,54	>A	3648,52	1	3648,52	2	(H)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		W. Huppers		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		3651,01	1	—	—	3650,97	1	
$1\pi_2-4\varphi$	3652,40	3652,50	2	3652,56	1	3652,48	1	(H)
$1\pi_2-4\delta'$	3654.30	3654,50	2	3654,60	2?	3654,47	1	(H)
Q (Hicks)	3656.90	3656,90	1	3656,90	1	3656,86	1	(H)
		3665,87	> A	3665,85	2	3665,83	4	(H)
		3672,09	> A	3672,00	2	3672,04	2	(H)
$1\pi_2-4\pi$	3676,99	3676,97	> A	3676,97	2	3676,96	2	(H)
		3684,75	> A	3684,75	2	3684,77	6	(H)
		3685,00	1	3685,05	1	3685,04	1	(H)
$1\pi_1-4\delta$	3687,50	3687,70	2	3687,75	C	—	—	(H)
		—	—	3688,60	2	3688,38	1	
$1\delta'-8\varphi$	3695,42	—	—	3695,42	2	3695,48	1	
$1\delta-8\varphi$	3699,19	3699,24	1	3699,19	2	3699,17	1	(H)
$1\pi_1-4\pi$	3712,05	3712,20	2	3712,05	2	3712,06	4	(H)
		3720,90	2	3720,84	S	3720,89	2	(H)
		3721,83	1	3721,76	1	3721,79	1	(H)
		3759,61	> A	3759,53	2	3759,56	4	
		3764,97	1	3764,90	S	3764,98	1	
		—		3797.29	1	3797.34	1	
		3800,02	1	3800,06	> A	3799,99	2	(H)
		3800,61	> A	3800,55	2	3800,57	4	(H)
		3803,60	1	3803,62	1	3803,64	1	
		3805,40	3	3805,33	2	3805,29	6	(H)
		3812,07	1	3812,08	S	3812,08	1	
		3813,65	2	3813,62	> C	3813,60	2	(H)
		3817,65	1	3817,45	1	3817,57	1	
$1\delta-6\varphi$	3821,03	3821,03	2	3821,01	1	3820,97	4	(H)
$1\pi_2-4\sigma$	3825.05	3825,20	2	3825,13	1	3825,17	1	(H)
$1\pi_1-4\sigma$	3861,75	3861,85	3	3861,88	> A	3861,90	2	(H)
		3862,90	1	—	—	—	—	
		3881,86	1	3881,80	1	3881,75	1	
		3899,30	1	3899,43	> C	3899,42	1	
		3921.40	2	3921.38	1	3921,32	2	(H)
		3925,40	2	3925,40	2	3925,36	2	(H)
		3933,15	1	3933,20	1	3933,11	1	
$1\delta-5\varphi$	3947.09	3947.03	1	3917.09	1	3947,00	1	
		3964,30	1	3961.40	1	3964,27	1	
		3965.80	1	—	—	—	—	
		—	—	3976.12	1	3976.14	1	
		4003.18	> A	4003.18	2	4003.18	2	(H)
		4011,00	1	4010,96	2	—	—	
$1\pi_2-3\varphi$	4015,80	4015.80	1	4015.80	1	4015.80	1	
		4050.79	2	—	—	4050,65	1	

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		W. Huppers		
		λ	I	λ	I	λ	I	
$1\pi_1—3\gamma$	**4056,70**	4056,60	2	4056,80	2	4056,70	2	
$1\pi_1—3\delta'$	**4063,30**	4063,60	10	4063,50	1	4063,29	4	
		4073,42	1	4073,28	2	—	—	
		4075,75	2	—	—	4075,79	3	
		4080,70	> A	4080,70	2	4080,53	1	
		4104,37	3	—	—	4104,23	2	
$1\pi_1—3\pi_1$	**4123,38**	4123,40	S	4123,38	2	4123,27	2	
		4231,20	1	4231,20	1	—	—	
		4242,40	2	4242,42	2	4242,26	1	
		4253,50	1	4253,53	2	—	—	
		4267,40	1	4267,48	1	4267,48	1	
		4328,90	1	4329,00	2	—	—	
		4336,20	1	4336,17	2	—	—	
		4354,80	1	4354,91	2	—	—	
		4397,20	1	4397,42	1	—	—	
		4507,60	2	4507,62	> A	4507,50	S	
		4513,40	1	4513,39	2	4513,20	1	
$1\delta'—3\gamma$	**4642,78**	4642,80	1	4642,78	S	4642,60	2	
		4776,40	1	—	—	4776,20	1	
$d_2'1—d_21$	**4794,23**	4794,30	1	4794,23	2	4794,00	2	(C)
		4843,55	1	—	—	—	—	
$d_1'1—d_11$	**4859,12**	4859,12	2	—	—	—	—	(C)
$d_2'1—d_21$	**4866,38**	4866,40	S	4866,38	2	4866,40	1	(C)
		4883,44	1	—	—	—	—	
		4966,64	1	—	—	—	—	
		4966,90	1	—	—	—	—	
		4976,38	1	—	—	—	—	
		4984,32	2	—	—	—	—	
		4991,58	1	—	—	—	—	
		5093,26	2	—	—	—	—	
		5143,43	1	—	—	—	—	
		—	—	5158,53	1	—	—	
$1\pi_1—2\gamma$	**5188.96**	5188,96	1	—	—	—	—	
		5260.20	1	—	—	—	—	
		5322,66	1	—	—	—	—	
		5631,87	1	—	—	—	—	
		6223,87	1	—	—	—	—	
		6268,42	1			6268,30	1	
		6325,60	1			6325,40	1	
		6474,47	1			6474,20	1	
		6485,40	1			6485,15	1	
		6621.87	1			6621,59	1	
		6741,80	1			6741,40	1	

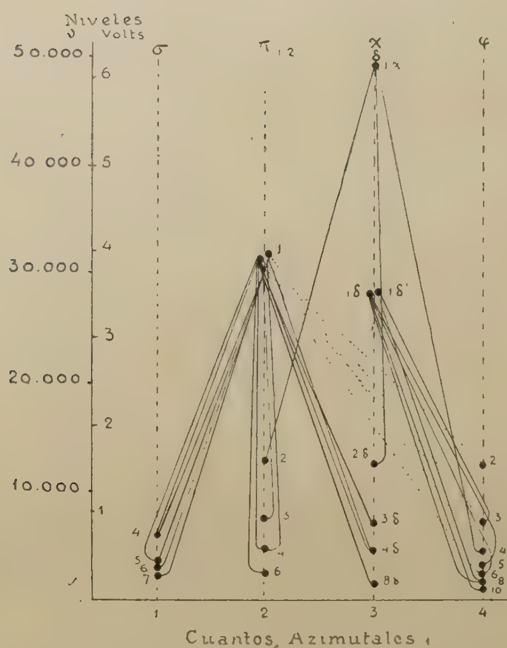


Fig. 4. — Diagrama energético de las líneas seriadas (normales) de la clase A en el espectro del cobre. (No figuran las líneas clasificadas por L. y E. Bloch.)

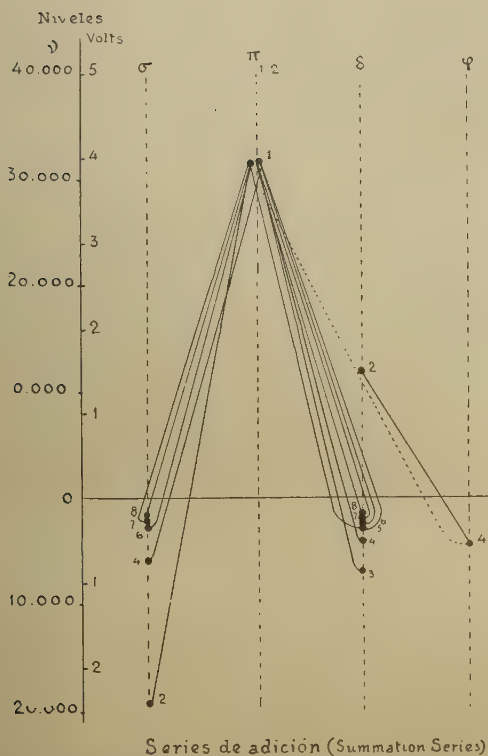


Fig. 5. — Diagrama energético de las líneas de adición correspondientes a la clase A en el espectro del Cobre

Espectro de la plata [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek λ	Exner y Haschek I	Kayser y Runge λ	Kayser y Runge I	Otros autores λ	Otros autores I	
		2312,50	C	2312,50	**8**	2312,33	**4**	(F)
		3099,24	S	3099,19	2	3099,11	> A	(F)
		—	—	3170,66	4	3170,57	> A	(F)
		—	—	3327,82	1	3327,72	> C	(F)
		3499,80	C	3499,65	1	—	—	
		3505,25	C	3505,43	1	—	—	
		3547,30	C	3547,30	1	—	—	
		—	—	3557,30	1	—	—	
$1\pi_1 - 5\delta$	**3623,85**	3624,40	**1**	3624,40	**1**	3624,40	**2**	(F)
$1\pi_1 - 5\sigma$	**3709,96**	—	—	3710,10	**1**	3710,68	**1**	(K)
		3766,50	1	—	—	—	—	
		—	—	3940,30	1	—	—	
		3943,00	C	3943,10	1	—	—	
		—	—	3991,90	1	—	—	
		4379,40	**1**	4379,45	**4**	4379,28	**4**	(K)
		—	—	4797,00	**2**	4796,81	**2**	(K)
		—	—	4848,33	**4**	4848,15	**4**	(K)
		—	—	4888,46	**2**	4888,28	**2**	(K)
		—	—	4993,20	**1**	4993,04	**1**	(K)
		—	—	5123,85	**1**	5123,68	**1**	(K)
$1\pi_2 - 2\pi_1$	**5276,20**	—	—	5276,40	**1**	5276,38	**1**	(K)
		—	—	5329,93	**4**	5329,73	**4**	(K)
$1\pi_2 - 2\pi_2$	**5333,31**	—	—	5333,50	**2**	5333,36	**2**	(K)
		—	—	5436,00	2	—	—	
$1\pi_1 - 2\pi_1$	**5545,64**	—	—	5545,86	**4**	5545,64	**?**	(K)

[1] Ninguna de las líneas específicas del arco están presentes en el espectro de la llama descrito por Watteville.

(F) resultados de J. Frings (arco y chispa); (K) resultados de F. J. Kasper (arco y chispa).

Fowler, obra citada, página 112; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 7, y tomo III, página 8; Kayser, obra citada, tomo V, página 75, y tomo VII, página 29.

En el espectro del Ag, a pesar del escaso número de líneas de la clase A, las coincidencias son numerosas entre los resultados de Kayser y Runge y Eder y Valenta con los recientes de Frings y Kasper.

Se hallan presentes como líneas seriadas de la clase A las análogas de las que también se encuentran presentes en el espectro del Cu,

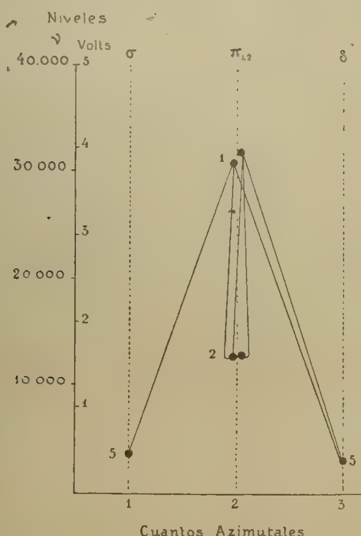


Fig. 6. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro de la Plata

con excepción de las correspondientes a las combinaciones con el término $\varkappa$ que no se conocen y de las correspondientes a la serie $1\delta - m\varphi$ que no figuran en las tablas de Hicks (¹).

En el espectro del Au las dos únicas líneas que aparecen como seriadas han sido clasificadas por Hicks.

(¹) HICKS, obra citada, página 259.

Espectro del oro [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		—	—	2962,12	1	2961,91	1	(Q)
$1\delta+3\rho$	**2975,73**	—	—	2975,73	1	—	—	
		—	—	3024,67	2	3024,34	1	(Q)
		—	—	3038,25	1	3038,91	1	(Q)
		—	—	3181,90	1	3181,30	1	(Q)
		—	—	3467,19	1	—	—	
		—	—	4364,72	1	—	—	
		4606,68	1	—	—	4607,35	4	(E)
		4664,33	1	—	—	—	—	
		5863,29	1	5863,17	>A	5862,94	1	(E)
$p_1-p_1 2$	**5957,24**	5957,25	1	5957,24	>A	5956,98	1	(E)
		6332,48	1			—	—	

III

CUADROS NUMÉRICOS DE LAS LÍNEAS ESPECÍFICAS DEL ARCO EN LOS ESPECTROS DEL Mg, Ca, Sr, Ba, Cd Y Zn; SUS SERIES Y SUS DIAGRAMAS ENERGÉTICOS. CONCLUSIONES.

Los espectros del átomo neutro correspondiente a los elementos de la segunda columna de la clasificación periódica, se hallan caracterizados por las siguientes series :

Simpletes

Designación	Fórmula	
Serie principal	1S — *m*P	*m* = 1, 2, 3, 4
Serie neta	1P — *m*S	*m* = 2, 3, 4
Serie difusa	1P — *m*D	*m* = 2, 3, 4
Serie fundamental	1D — *m*F	*m* = 3, 4, 5, 6

[1] (Q), resultados de M. Quincke en el arco; (E), resultados de Eder y Valenta en el arco.

HICKS, obra citada, página 262; EXNER Y HASCHEK, obra citada, tomo II, página 8, y tomo III, página 12; KAYSER, obra citada, tomo V, página 118, y tomo VII, página 67.

Tripletes

Designación	Fórmula	
Serie principal.............	$1s - mp$	$m = 2, 3$
Serie neta.................	$1p - ms$	$m = 1, 2, 3, 4$
Serie difusa	$1p - md$	$m = 1, 2, 3, 4$
Serie fundamental..........	$1d - mf$	$m = 3, 4, 5. 6$

Existen, además, líneas de combinación entre los distintos términos de las series de simpletes y entre los distintos términos de las series de tripletes. También hay combinaciones entre términos de las series de simpletes con términos de las series de tripletes.

La estructura de los espectros de líneas específicas del arco de los metales que consideramos, pueden dividirse en tres grupos : uno formado por el Ca, Sr y Ba; el otro por el Zn y el Cd, y, finalmente, el Mg, como sucede con sus propiedades químicas [1], forma un elemento de transición entre ambos grupos.

En los espectros de líneas de la clase A correspondientes al Ca, Sr y Ba, existen numerosas coincidencias entre los resultados obtenidos por los autores que nos han servido de base para este estudio (Kayser y Runge, Eder y Valenta, Exner y Haschek) y los obtenidos recientemente por Holtz (Ca, arco y chispa), Crew y McCauly (Ca, arco) y Schmitz (Ba, arco y chispa). En el espectro del Ba se tiene una coincidencia casi perfecta, línea por línea, entre los resultados de tres autores distintos. En lo que respecta a la estructura de dichos espectros, se hallan representadas, en las series de tripletes, la neta, la difusa y la fundamental, y en las series de simpletes, la principal, la neta y la difusa y algunas líneas de combinación. El principio de selección se cumple con rigurosa exactitud. Los diagramas energéticos de las líneas de la clase A correspondientes al Ca y al Sr (figs. 8 y 9) muestran gráficamente la estructura de dichos espectros.

En los espectros del Cd y del Zn aparecen como específicas del arco las líneas de la serie principal de tripletes en sus términos de orden elevado, lo que está de acuerdo con las investigaciones experimentales ya mencionadas de St. Procopiu. Aparecen, también, líneas de las series neta y difusa, pero no están presentes rayas de la serie fundamental, que parece haber sido reemplazada por la serie principal. La estructura de los simpletes varía fundamentalmente, porque

[1] Marcel Guichard, *Conférences de Chimie Minérale*, página 112, Gauthier-Villars, París, 1924.

desaparece la serie principal y la fundamental. El principio de selección no se cumple con rigurosa exactitud en ambos metales porque existen líneas para las cuales la variación del número cuantista azimutal es igual a 2, para las líneas de la serie de combinación $1p_{1,2,3} - 3f$ y $1p_{1,2,3} - 4f$. Es curioso hacer notar que siempre que no se cumple el principio de selección (espectros del Na, K, Cu, Zn y Cd) para las líneas de la clase A, existen en el mismo espectro líneas de combinación de la clase A para las cuales la variación del número cuantista azimutal es nula.

Los diagramas energéticos (figs. 10 y 11) muestran la analogía de la estructura de los espectros del Zn y del Cd (para las líneas de la clase A). Cuando la combinación de los términos no satisface el principio de selección, se han utilizado líneas de puntos para unir los términos correspondientes.

La estructura de las líneas de la clase A correspondientes al Mg muestra que dichas líneas pertenecen a las series que son comunes a los espectros de los metales mencionados anteriormente: lo que es una prueba más del carácter de elemento de transición de dicho metal. El diagrama energético correspondiente a las líneas de la clase A del magnesio es el que corresponde a la figura 7. Las coincidencias son numerosas.

Van a continuación los cuadros numéricos y los diagramas energéticos de las líneas de la clase A, correspondientes a los metales considerados en este parágrafo.

Espectro del magnesio (1)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		A. Nacken		
		λ	I	λ	I	λ	I	
$1p_2-7d$	**2630,04**	—	—	2630,52	1	2630,12	1	
$1p_1-7d$	**2632,88**	—	—	2633,13	1	2633,04	1	
$1p_3-6s$	**2644,78**	—	—	2645,22	1	2645,09	1	
$1p_2-6s$	**2646,17**	—	—	2646,61	1	2646,24	1	
$1p_1-6s$	**2649,02**	—	—	2649,30	1	2649,08	1	
$1p_3-6d$	**2668,14**	—	—	2668,26	1	2668,20	1	
$1p_2-6d$	**2669,56**	—	—	2669,84	1	2669,65	2	
$1p_1-6d$	**2672,43**	2673,00	2	2672,90	1	2672,56	2	
$1p_3-5s$	**2693,75**	—	—	2693,97	2	2693,75	1	
$1p_2-5s$	**2695,18**	—	-	2695,53	2	2695,21	1	
$1p_1-5s$	**2698,13**	2698,50	1	2698,44	2	2698,16	1	
$1p_3-5d$	**2732,06**	—	—	2732,35	2	2732,07	2	
$1p_2-5d$	**2733,54**	2733,70	1	2733,80	2	2733,55	4	
$1p_1-5d$	**2736,53**	2736,80	1	2736,84	> A	2736,60	4	
$1p_2-5D$	**2765,34**	2765,50	1	2765,47	4	2765,24	1	
$1p_1-5D$	**2768,47**	2768,60	1	2768,57	4	2768,36	2	
		2795,01	2	—	—	—	—	
		2809,90	2	2809,88	C	2809,77	> C	
		2811,20	1	2811,35	C	2811,06	> C	
		2812,00	1	—	—	2811,79	1	
$1p_3-4d$	**2846,77**	2847,10	2	2846,91	> A	2846,75	> A	
$1p_2-4d$	**2848,43**	2848,70	3	2848,53	> A	2848,38	> A	
$1p_3-3s$	**2936,88**	2937,00	3	2936,61	4	3936,75	4	
$1p_2-3s$	**2938,56**	2938,70	3	2938,67	6	2938,48	5	
$1p_1-3s$	**2942,10**	2942,22	> A	2942,21	8	2942,01	> A	
1P—8D	**3986,79**	—	—	3987,08	2	3986,81	2	
1P—7D	**4057,63**	4059,15	2	4058,45	2	4057,81	1	
1P—6D	**4167,39**	4167,80	> A	4167,81	1	4167,65	S	
$1S-1p_2$	**4571,15**	4571,31	> A	4571,33	4	4571,11	S	(2)
1P—4S	**4730,16**	4730,40	S	4730,42	1	4730,08	1	

(1) A. Fowler, obra citada, página 116; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 118, y tomo III, página 107; Kayser, obra citada, tomo V, página 698; A. Nacken (arco y chispa), *Tables annuelles*, etc., tomo IV, página 404, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XII, página 54, 1913.

(2) Línea presente en el espectro de la llama, según Watteville.

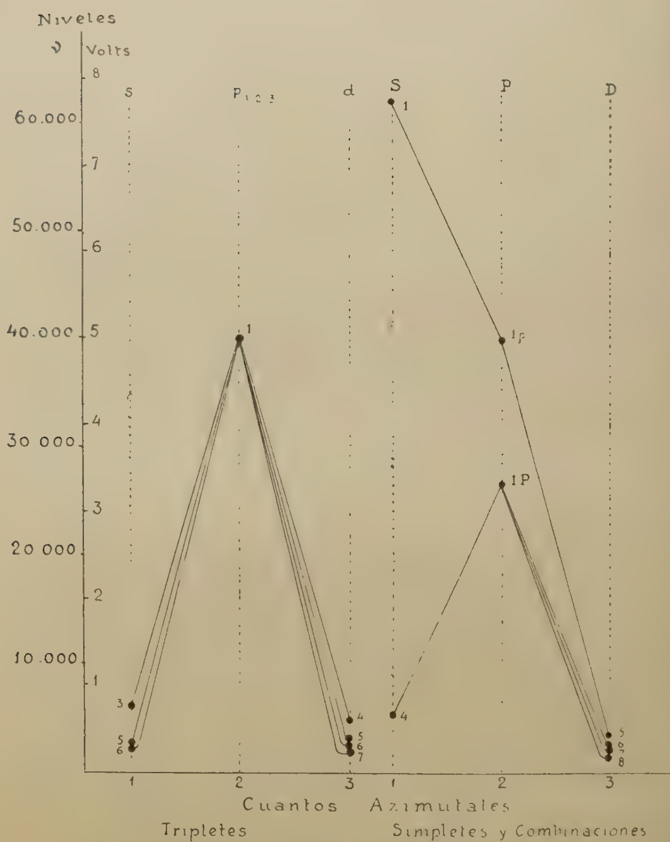


Fig. 7. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Magnesio

Espectro del calcio (¹)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1S—10P	**2073,04**					2073,26	0	(S)
						2083,38	1	(S)
1S—8P	**2097,49**					2097,49	?	(S)
1S—7P	**2118,68**					2118,68	?	(S)
1S—6P	**2150,78**					2150,98	1	(C)
$1p_3-6s$	**3102,36**			3101,87	1	3102,36	0	(C)
$1p_2-6s$	**3107.39**			3107,96	1	3107,38	1	(C)
$1p_1-6s$	**3117,66**			3117,74	1	3117,65	1	(C)
$1p_3-6d''$	**3136,00**			3136,09	1	3135,86	1	(H)
$1p_2-6d'$	**3140,78**			3140,91	2	3140,72	2	(H)
$1p_1-6d'$	**3150,75**			3150,85	2	3150,71	2	(H)
				3166,95	1	—	—	
$1p_3-5d$	**3209.93**			3209,68	2	3209,89	2	(H)
$1p_2-5d$	**3215.15**	3215,00	1	3215,15	4	3215,12	4	(H)
$1p_1-5d$	**3225.88**	3225,60	1	3225,74	4	3225,86	4	(H)
$1p_3-4s$	**3269.09**	3269,37	1	3269,31	2	3269,13	2	(H)
$1p_2-4s$	**3274.66**	3274,95	1	3274.88	2	3274,70	2	(H)
$1p_1-4s$	**3286.06**	3286,35	1	3286,26	4	3286,10	6	(H)
$1p_3-4d$	**3344,51**	3344,52	2	3344,49	6	3344,49	6	(H)
$1p_2-4d$	**3350,20**	3350,25	5	3350,22	8	3350,18	>A	(H)
$1p_1-4d$	**3361,92**	3361,95	10	3361,92	>A	3361,90	>A	(H)
$1p_3-3s$	**3468,48**	3468,70	1	3468,68	1	3468,48	4	(H)
$1p_2-3s$	**3474,77**	3475,01	2	3474,98	>A	3474,70	2	(H)
$1d''-7f$	**3673,45**	—	—	—	—	3673,44	1	(C)
$1d'-7f$	**3675.31**	—	—	—	—	3675,30	2	(C)
$1d-7f$	**3678.24**	—	—	—	—	3678,24	2	(C)
$1d''-6f$	**3748,37**	—	—	—	—	3748,37	1	(C)
$1d'-6f$	**3750.35**	—	—	—	—	3750,34	1	(C)
$1d-6f$	**3753,37**	—	—	—	—	3753,36	1	(C)
$1d''-5f$	**3870,51**	—	—	—	—	3870,50	2	(C)
$1d'-5f$	**3872.55**	—	—	—	—	3872,55	3	(C)
$1d-5f$	**3875,81**	—	—	—	—	3875,80	4	(C)

(¹) (H) Observaciones de O. Holtz (arco y chispa); (S) observaciones de F. Saunders y (C) observaciones de H. Crew y G. V. Mc Cauley.

A. Fowler, obra citada, página 121; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 12, y tomo III, página 18; H. Kayser, obra citada, tomo V, página 235, y tomo VII, página 148; O. Holtz (arco y chispa), *Tables annuelles*, etc., tomo IV, página 391, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XII, página 101, 1913.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
$1d''-4f$	**4092,65**	4093,00	>A	4092,93	2	4092,69	S	(1) (H)
		4099,92	2	—	—	4098,57 ?	S	(H)
1P—5S	**4496,16**	4496,30	1	—	—	—	—	
$1d''-3p_3$	**4507,42**	—	—	4508,02	1	4507,85	0	(C)
$1d'-3p_2$	**4509,45**	4509,80	1	4509,89	1	4509,44	0	(C)
$1d-3p_1$	**4512,28**	4512,70	1	4512,73	1	4512,28	1	(C)
		4624,63	1	4624,71	1	—	—	
1P—4D	**4685,26**	4685,35	>A	4685,40	4	4685,27	4	(H)
		4722,48	1	—	—	—	—	
		4737,00	1	—	—	—	—	
		4742,10	1	—	—	—	—	
		4784,50	1	—	—	—	—	
		4807,80	1	4807,47	1	4807,54	0	(C)
		4823,20	1	4823,02	1	4823,08	0	(C)
		4834,10	1	4833,85	1	4833,94	0	(C)
1P—4S	**4847,29**	4847,38	2	4847,22	>A	4847,29	2	(C)
		4981,94	1	—	—	—	—	
t. n. c.	**5260.37**	5260,58	>A	5260,58	4	5260,38	S	(H) (2)
		5718,56	1	—	-	—	—	
		5743,55	1	—	-	—	—	
		5867,89	1	5867,94	6	5867,61	6	(H)
		6006,31	1	—	—	6006,14	2	(H)
$1d'-2p_1$	**6161,31**	6161,57	>A	6161,60	5	6161,32	>A	(H)
$1d''-2p_2$	**6163,75**	6164,05	>A	6163,98	4	6163,79	>A	(H)
		6406,00	1	—	—	—		
		6417,90	1	—	—	6417,71	0	
		6449,30	1	—	—	6449,79	>C	(H)
d. n. c.	**6455,60**	6455,83	4	—	—	6455,56	>A	(H) (2)
		6464,95	1	—	—	—	—	
$1S-1p_2$	**6572,78**	6573,00	2	—	—	6572,71	2	(H)
1D—2P	**6717,69**	6717,90	4	—	—	6717,70	S	(H)

(1) Línea cuya presencia en la llama está anotada así : « ?? » en las tablas de Watteville.

(2) Las abreviaciones t. n. c., d. n. c. y s. n. c., corresponden a las líneas que mencionan las tablas de Fowler como tripletes, dobletes y simpletes no clasificados.

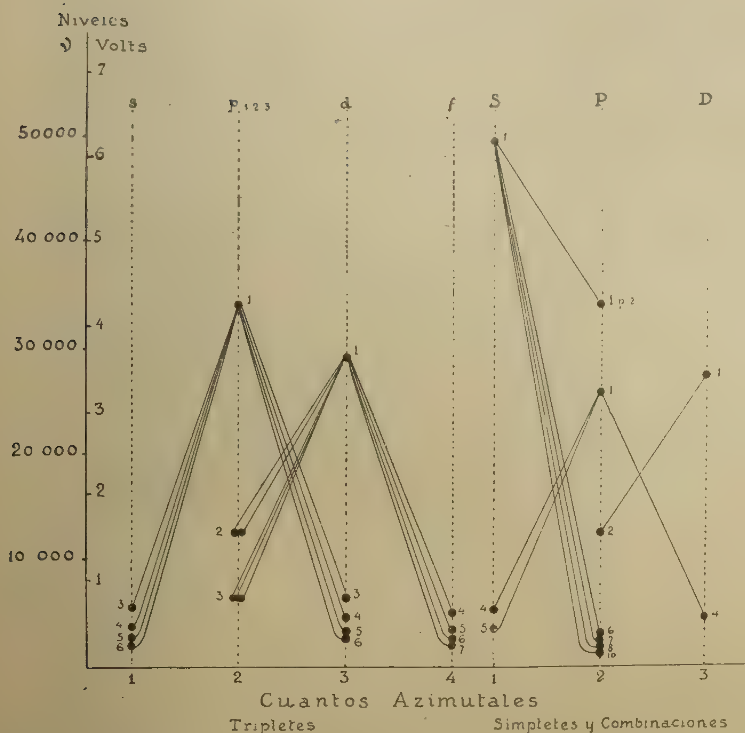


Fig. 8. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Calcio

Espectro del estroncio (¹)

Serie	λ I. A.	Exner y Hascuek		Kayser y Runge		F. Saunders	
		λ	I	λ	I	λ	I
1S—10P	**2225,90**	—	—			2226,00	1
1S—9P	**2237,40**	—	—			2237,40	1
1S—8P	**2253,34**	—	—			2253,50	1
1S—7P	**2275,48**	—	—			2275,50	1
1S—6P	**2307,40**	—	—			2307,50	1
		—	—			2324,60	1
1S—5P	**2354,32**	2354,40	1			2354,40	1
1S—4P	**2428,11**	2428,20	3			2428,16	2
s. n. c.	**2549,54**	—	—			2549,62	1
1S—3P	**2569,50**	2569,55	3			2569,60	3
d. n. c.	**3172,20**	—	—	3172,30	1	—	—
d. n. c.	**3182,30**	—	—	3182,40	1	—	—
s. n. c.	**3189,30**	3189,30	1	3189,40	2	—	-
s. n. c.	**3190,10**	3190,00	1	3190,10	2	—	—
s. n. c.	**3199,00**	3199,20	1	3199,10	2	—	—
		—	—	3300,40	2	—	—
s. n. c.	**3371,00**	3371,10	1	—	—	—	—
$1p_3-6d''$	**3390,67**	—	—	3390,09	1	—	—
$1p_1-7d$	**3401,23**	—	—	3400,39	1	—	—
$1p_2-6d'$	**3411,94**	3411,70	1	3411,62	1	—	—
$1p_3-5s$	**3434,28**	—	—	3434,95	1	—	—
$1p_2-5s$	**3456,52**	3456,80	1	3456,78	1	—	—
$1p_1-6d$	**3457,98**	3457,70	1	3457,70	1	—	—
$1p_3-5d''$	**3477,37**	3477,30	1	3477,33	1	—	—
$1p_2-5d'$	**3499,68**	3499,40	2	3499,40	1	—	—
$1p_1-5s$	**3504,27**	3504,90	1	3504,70	2	—	—
$1p_1-5d$	**3548,09**	3547,80	2	3547,92	4	—	—
$1p_3-4s$	**3553,50**	—	—	—	—	3553,60	2
$1p_2-4s$	**3577,33**	3577,50	1	3577,45	1	—	—
$1p_1-4s$	**3628,37**	3628,70	2	3628,62	2	—	—
$1p_3-4d''$	**3629,12**	3629,10	2	3629,15	3	—	—
$1p_2-4d'$	**3653,26**	3653,30	2	3653,32	3	—	—

(¹) Ninguna de las líneas específicas del arco está presente en el espectro de la llama descrito por Watteville.

(J) en el arco, según P. Jechel; (L) en el arco, según H. Lehmann.

A. Fowler, obra citada, página 127; Hicks, obra citada, página 270; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 235, y tomo III, página 214; H. Kayser, obra citada, tomo VI, página 525.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		F. Saunders	
		λ	I	λ	I	λ	I
$1p_2-4d''$	3653,91	3654,00	2	3653,90	2	—	—
$1p_3-3s$	3780,46	—	—	3780,58	3	—	—
$1p_2-3s$	3807,38	—	—	3807,51	4	—	—
$1p_1-3s$	3865,46	—	—	3865,59	4	—	—
$1d-7f$	3867,20	—	—	—	—	3867,30	0
$1d''-6f''$	3926,14	—	—	—	—	3926,27	1
$1d'-6f'$	3935,10	—	—	—	—	3935,33	1
$1d-6f$	3950,45	—	—	—	—	3950,96	2
s. n. c.	3962,62	—	—	—	—	3962,75	2
$1p_1-3d''$	4032,39	4032,50	>A	4032,51	3	—	—
$1p_1-3d'$	4033,19	—	—	4033,25	3	—	—
s. n. c.	4051,00	4051,10	1	—	—	4051,10	1
$1d''-5f''$	4061,08	4061,30	1	—	—	4061,21	2
$1d'-5f'$	4070,88	—	—	—	—	4071,01	2
$1d-5f$	4087,46	4087,88	1	—	—	4087,67	2
s. n. c.	4140.36	4140,51	C	—	—	4140,50	2
1D—7P	4202.81	—	—	—	—	4202,95	1
1D—6F	4252.97	—	—	—	—	4253,70	1
$1d''-4f''$	4308.13	4308,50	2	4308,49	2	—	—
1D—6P	4313,18	4313,70	1	—	—	4313,38	2
$1d'-4f'$	4319.03	4319,40	3	4319,39	3	—	—
$1p_3-2s$	4326,44	4326,64	>A	4326,60	3	—	—
1D—5F	4406,11	—	—	—	—	4406,29	3
		4407,00	2	—	—	—	—
s. n. c.	4412.62	4412,80	>A	4412,82	3	—	—
d. n. c.	4451,80	4451,99	2	—	—	—	—
1D—5P	4480,54	4480,90	5	4480,96	2	4480,73	3
		4662,19	1	—	—	—	—
		4685,00	1	—	—	4684,60	1
		4688,60	1	—	—	4688,80	1
		4701,20	1	—	—	—	—
$1d''-3p_1$	4704.00	4704,35	1	—	—	4704,20	1
$1d'-3p_1$	4707,10	4707,50	1	—	—	4707,40	1
		4711,65	1	—	—	—	—
$1d'-3p_2$	4714,00	4714,35	1	—	—	4714,20	2
		4715,85	1	–	—	–	—
$1d-3p_1$	4729,48	4729,80	2	4729,93	2	—	—
1D—4P	4755,47	4755,60	>A	4755,59	2	—	—
		4775,40	1	—	—	—	—
$1d'-3f'$	4869.19	4869,45	3	4869,41	3	—	—
$1d-3f'$	4892,69	4892,90	3	4892,87	4	—	—
$1p_1-2d''$	4971,65	4971,79	3	4971,85	4	—	—
		5077,87	2	—	—	—	—

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		F. Saunders		
		λ	I	λ	I	λ	I	
1P—4S	**5165,46**	—	—	—	—	5166,20	2	
t. n. c.	**5212,97**	5213,22	8	5213,23	>A	—	—	
		5313,40	1	—	—	—	—	
1D—3P	**5239,82**	5330,11	>A	—	—	5330,00	2	
		5386,60	1	—	—	—	—	
		5389,60	1	—	—	—	—	
		5417,50	1	—	—	—	—	
s. n. c.	**5556,32**	5556,53	**3**	—	—	5556,66	**3**	
		5586,10	2	—	—	—	—	
		5621,50	3	—	—	—	—	
		5626,28	2	—	—	—	—	
d. n. c.	**5673,80**	5672,22	**2**	—	—	5672,25	**3**	
d. n. c.	**5693,00**	5693,22	**3**	—	—	5693,35	**3**	
		5703,50	1	—	—	—	—	
		5709,65	3	—	—	—	—	
s. n. c.	**5767,05**	5767,32	3	5767,29	>A	—	—	
s. n. c.	**5816,77**	5817,02	3	5817,01	>A	—	—	
		6093,06	1	—	—	—	—	
		—	—	—	—	6122,49	4	(J)
		6159,15	2	—	—	—	—	
		—	—	—	—	6162,43	5	(J)
		—	—	—	—	6169,82	2	(J)
		6179,10	1	—	—	—	—	
		6243,30	2	—	—	—	—	
		6249,00	2	—	—	—	—	
		6272,32	2	—	—	—	—	
		6295,89	1	—	—	—	—	
		6317,50	1	—	—	—	—	
$1d'''-2p_1$	**6321,77**	6322,03	1	—	—	—	—	
$1d''-2p_2$	**6363.93**	6364,23	**10**	—	—	6364,30	**4**	
d. n. c.	**6369,96**	6370,23	**15**	—	—	6370,20	**5**	
		—	—	—	—	6439,34	3	(J)
d. n. c.	**6446,70**	6446,89	**4**	—	—	6447,00	**2**	
		—	—	—	—	6462,84	3	(J)
		—	—	—	—	6494,03	1	(J)
		—	—	—	—	6516,18	3	(J)
d. n. c.	**6521.29**	—	—	—	—	6521,64	3	(J)
$1d'-2f$	**6708.10**	—	—	—	—	6708,10	4	(L)
$1d-2f$	**6754.21**	—	—	—	—	6754,21	4	(L)
$1S-1p_2$	**6892.62**	6892,81	>A	—	—	6892,93	4	(J)
$1p_1-1s$	**7070.10**	7070,30	**3**	7070,70	?	7070,34	**2**	(L)

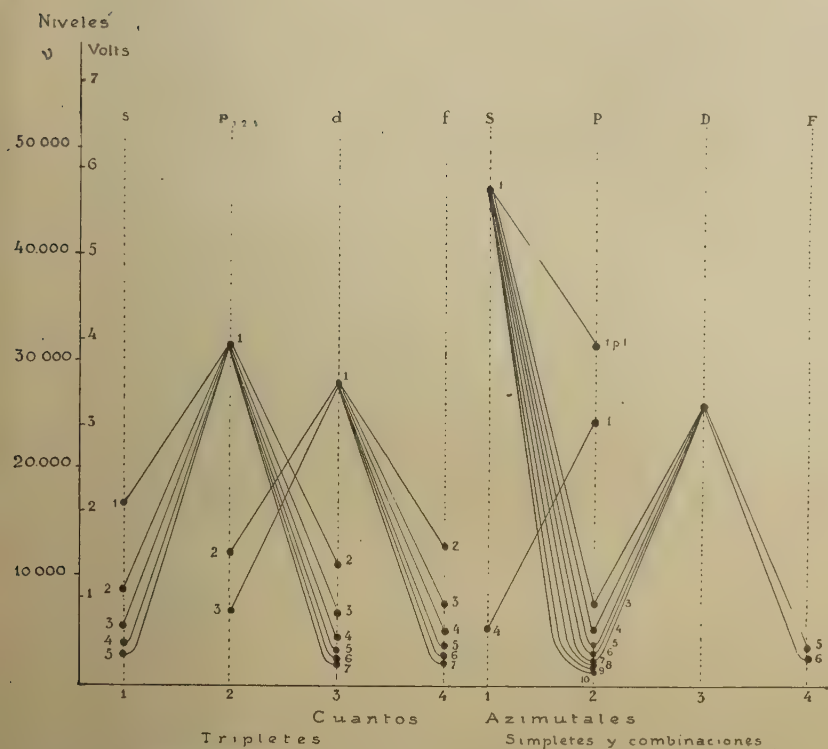


Fig. 9. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Estroncio

Espectro del bario (¹)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek λ	Exner y Haschek I	Kayser y Runge λ	Kayser y Runge I	K. Schmitz λ	K. Schmitz I
				2216,64	1	2216,58	2
1S—4P	**2596.68**	2596,87	1	2596,89	4	2596,68	6
		2739,38	2	—	—	2739,24	4
1S—3F	**2785.26**	2785,36	2	2785,22	8	2785,26	6
		3108,30	1	3108,37	2	3108,18	2
		3119,26	C	3119,48	1	3119,65	3
1*d'*—8*f''*	**3183,96**	3184,50	1	3184,45	1	—	—
1*d''*—7*f''*	**3203.70**	3204,50	1	3204,09	1	3203,87	1
1*d'*—7*f*	**3222,44**	3223,00	2	3223,11	1	3222,50	2
		3253,20	1	—	—	—	—
1*d''*—6*f*	**3262.30**	3263,00	2	3262,75	2	3262,40	3
		3270,30	1	—	—	3270,10	1
1*d'*—6*f*	**3281,50**	3282,10	2	3281,96	4	3281,73	4
		3298,30	1	3298,25	4	—	—
		3315,92	1	3315,90	2	3315,80	2
1*d*—6*f*	**3322.80**	3323,30	2	3323,06	4	3322,97	4
1*d''*—5*f*	**3356.80**	3357,15	4	3357,00	6	3356,89	6
1*d'*—5*f*	**3376.98**	3377,33	5	3377,19	4	3377,08	7
1*d*—5*f*	**3420.32**	3420,70	8	3420,48	4	3420,40	7
		3464,70	1	—	—	3464,23	2
1*d''*—4*f''*	**3524.97**	3525,30	>A	3525,23	6	3525,02	6
		3529,64	3	—	—	3529,49	3
		3531,80	2	—	—	—	—
1*d'*—4*f'*	**3544.66**	3545,00	>A	3544,94	6	3544,71	6
1*d'*—4*f''*	**3547,70**	3547,99	3	3548,14	2	3547,76	4
		3562,19	2	3562,23	1	3561,98	3
		3566,83	2	3566,90	2	3566,68	3
		3576,24	2	3576,20	1	3576,04	3
1*d*—4*f*	**3579.67**	3579.91	>A	3579.97	4	3579.71	6
		3588,32	3	3588,33	2	3588,13	3

(¹) Ninguna línea específica del arco se halla presente en el espectro de llama descrito por Watteville.

(S) Líneas presentes en el arco, según F. Saunders (columna de los resultados de Schmitz); (H) Líneas presentes en el arco, según H. Hermann (columna de los resultados de Kayser y Runge).

Fowler, obra citada, página 133; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 9, y tomo III, página 14; H. Kayser, obra citada, tomo V, página 139; K. Schmitz (arco y chispa), *Tables annuelles*, etc., tomo III, página 168, y *Zeit. für wiss. Photogr.*, tomo XI, página 321, 1912-1913.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		K. Schmitz		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		3590,15	1	—	—	3589,91	1	
$1d-4f'$	3593.20	3593,50	1	3593,58	4	3593,28	3	
		3593,70	1	-	--	-	—	
		3611,20	3	3611,17	6	3611,00	3	
		3637,20	2	3637,10	1	3636,94	3	
		3640,56	3	—	—	3640,39	3	
		3662,71	>A	3662,62	6	3662,52	4	
		3664,82	1	3664,76	2	3664,59	1	
		3675,41	1	—	—	3675,26	1	
1D—4P	3688,35	3688,80	2	3689,28	2	3688,47	3	
		3701,90	1	3701,87	2	3701,71	2	
		—	—	—	—	3767,50	?	(S)
$1p_3-4s$	3787,23	—	—	—	—	3787,00	?	(S)
		3794,88	2	3794,77	2	3794,77	5	
$1p_2-4s$	3841,15	—	—	—	—	3841,72	?	(S)
		3862,07	3	3861,87	2	3861,90	2	
		3892,90	10	3892,93	2	3892,65	2	
$1p_1-5d$	3894.34	—	—	—	—	3895,20	?	(S)
1S—2S	3900.37	3900,56	1	3900,54	4	—	—	
		3906,15	1	3906,20	2	—	—	
		3917,38	2	3917,42	4	—	—	
$1p_3-4d'$	3945.61	3945,31	1	—	—	3945,17	1	(S)
$1p^2-4d''$	3947.51	3947,50	1	—	—	3947,47	1	(S)
$1p_1-4s$	3975,32	3975,60	1	3975,55	2	3975,66	1	
		3983,06	1	—	—	—	—	
$1d-3f''$	3997,92	3998,05	1	—	—	—	—	
$1p_3-3s$	4026,30	4026,55	1	—	—	4026,57	?	(S)
1D—3F	4080,93	4081,10	1	—	—	4081,34	2	
$1p_1-4d$	4084,87	4085,00	2	4085,55	1	4084,80	1	
		—	—	—	—	4085,32	1	
$1p_2-3s$	4087,31	4087,60	1	4087,90	1	4087,37	1	
		4110,35	1	4110,46	2	4109,88	2	
		4132,58	5	4132,60	2	4132,44	>A	
		4179,58	1	4179,57	2	4179,37	2	
		4413,89	>A	4413,96	2	4413,67	3	
		4589,83	>A	4589,82	2	4589,76	3	
		4605,10	S	4605,11	2	4605,01	3	
		4636,70	1	4636,80	2	4636,33	3	
		4642,50	1	4642.38	1	4642,03	2	
		4652,00	1	—	—	—	—	
1P—6D	4663.60	4663,00	1	—	—	—	—	
		4724,96	S	4724.89	2	4723,74	3	
		4732,00	1	—	—	—	—	

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		K. Schmitz		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		4739,50	1	—	—	—	—	
		4807,80	1	—	—	—	—	
1P—5D	**4877,69**	4877,80	>A	4877,99	**2**	4877,65	**3**	
$1p_1—2s$	**4902.90**	4903,05	**2**	4903,11	**6**	4902,89	>A	
		4995,90	1	—	—	—	—	
		5094,10	1	—	—	—	—	
$1d''—2f$	**5253.80**	5254,00	**1**	5253,94	**1**	5253,80	S	
		5265,80	**1**	—	—	5265,56	**1**	Ca?
		5277,75	**1**	5277,84	**4**	5277,62	**1**	
$1d—2f$	**5279,62**	5279,60	**1**	5279,72	**1**	5279,61	**1**	
		5291,05	**1**	5291,16	**1**	5290,94	**1**	
		5294,30	**1**	5294,46	**2**	5294,13	**2**	
		5303,00	>A	5302,97	**4**	5302,80	**3**	
		5305,92	S	5305,99	**2**	5305,75	**2**	
		5309,10	**1**	5309,20	**2**	5308,95	**1**	
		—	—	—	—	5349,62	1	
		5365,20	**1**	5365,46	**1**	5365,38	**1**	
		5379,20	**1**	5379,05	**1**	—	—	
		5381,20	**1**	5381,25	**1**	—	—	
		5389,80	1	—	—	—	—	
		5405,20	**2**	—	—	5404,92	**1**	
		—	—	—	—	5416,34	1	
$1p_3—2d''$	**5425,55**	5424,85	>A	5424,82	**8**	5424,61	**7**	
		5437,56	**2**	5437,76	**2**	5437,39	**2**	
		5473,90	**2**	5473,94	**4**	5473,68	**2**	
$1p_2—2d''$	**5535,93**	—	—	—	—	5536,07	?	(S)
		5546,30	2	—	—	—	—	
		5593,50	**2**	5593,45	**4**	5593,29	**3**	
		5618,90	**1**	—	—	5619,09	**1**	
		5619,25	**1**					
		5620,20	**1**	5620,41	2	-	—	
		5620,60	**1**					
		—	—	—	—	5625,70	1	
		—	—	—	—	5628,93	1	
		5641,30	1	—	—	—	—	
		5680,45	>A	5680,34	**6**	5680,17	**5**	
		—	—	—	—	5701,82	1	
		—	—	—	—	5706,04	1	
		5709,89	**1**	5709,82	**4**	5709,54	**1**	
		5713,80	**2**	5713,62	**4**	5713,55	**2**	
		—	—	—	—	5715,95	1	
		—	—	—	—	5718,36	1	
		5721,00	**1**	5721,66	**1**	5720,71	**1**	

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		K. Schmitz		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		5784,29	3	5784,24	2	5784,10	2	
$1p_1-2d'$	**5800,30**	5800,60	>A	5800,48	6	5800,29	7	
		5805,92	>A	5805,86	6	5805,71	5	
		5818,47	1	—	—	—	—	
$1p_1-2d''$	**5818,91**	5819,19	3	5819,21	4	5819,90	3	
		5849,50	1	—	—	—	—	
		5859,51	1	—	—	—	—	
		5907,81	>A	5907,88	6	5907,65	6	
		5927,90	1	—	—	—	—	
		5962,70	2	—	—	5962,44	2	
		5965,00	3	5965,06	2	5964,78	2	
		5978,69	2	5978,72	1	5978,49	2	
		5985,40	1	—	—	—	—	
		6083,67	5	6083,63	1	6083,44	3	
		6086,60	1	—	—	—	—	
		6129,50	2	—	—	6129,33	3	
1P—3D	**6233,59**	—	—	—	—	6233,58	2	
		6235,50	2	—	—	—	—	
		6323,60	1	—	—	6323,58	2	
		6411,95	1	—	—	—	—	
		6581,00	1	—	—	—	—	
		6654,27	1	—	—	6654,12	3	
		—	—	—	—	6707,82	3	
		—	—	6772,07	4	6771,82	1	(H)
		6865,92	3	6865,93	8	6865,71	5	(H)
		6868,15	1	6868,04	4	6867,87	1	(H)
		7060,19	3	7060,26	10	7060,00	4	(H)
		7120,58	1	7120,73	8			(H)

Espectro del zinc (¹)

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		—	—	2246,90	6	—	—	
$1p_1$—$9d$	**2393,85**	2393,35	C	2393,88	8	—	—	
		—	—	2407,98	8	—	—	
$1p_3$—$6s$	**2415,48**	—	—	2415,54	1	—	—	
$1p_1$—$7d$	**2430,79**	—	—	2430,74	**1**	2429,00		(A)
$1p_2$—$6d$	**2440,11**	2439,50	C	2439,94	**4**	2440,40		(A)
$1p_1$—$6s$	**2449,72**	—	—	2449,76	1	—	—	
$1p_3$—$5s$	**2457,80**	—	—	2457,72	2	—	—	
$1p_2$—$5s$	**2469,38**	—	—	2469,72	2	—	—	
$1p_3$—$5d$	**2479,74**	—	—	2479,85	**4**	2479,90		(A)
$1p_1$—$5s$	**2493,32**	—	—	2493,67	4	—	—	
$1p_3$—$4s$	**2530.09**			2530,34	2	—	—	
$1p_2$—$4s$	**2542,32**	2542,60	**1**	2542,53	**6**	—	—	
$1p_3$—$4f$	**2562,61**	—	—	2562,70	2	—	—	
$1p_1$—$4s$	**2567,80**	2568,01	**1**	2567,99	**6**	—	—	
$1p_3$—$4d$	**2569.80**	2570,05	> A	2570,00	**6**	2570,00		(A)
$1p_2$—$4f$	**2575.06**	2575,21	**1**	2575,15	**2**	—	—	
$1p_1$—$4f$	**2600,94**	—	—	2601,03	2	—	—	
s. n. c.	**2623,78**	—	—	2623,87	1	—	—	
$1p_3$—$3s$	**2670,44**	2670,68	**1**	2670,67	> A	2670,70		(A)
		—	—	2697,54	2	—	—	
$1p_3$—$3f$	**2736,86**	—	—	2736,96	2	—	—	
$1p_2$—$3f$	**2751,39**	—	—	2751,49	2	—	—	
$1p_1$—$3f$	**2781,23**	—	—	2781,33	4	—	—	
$1p_1$—$3d$	**2800,90**	—	—	2800,17	8	—	—	
$1p_1$—$3d''$	**2801,96**	—	—	2802,11	4	—	—	
		—	—	2913,63	4	—	—	
$1p_1$—$2d''$	**3345,96**	3346,18	**20**	3346,04	**4**	3346,20		
$1p_1$—$2p_1$	**3515,11**	—	—	3515,26	1	—	—	(A)
		—	—	3572,90	2	—	—	

(¹) Ninguna línea específica del arco se halla presente en el espectro de la llama descrito por Watteville.

(A) en el arco, según J. S. Ames; (S) en el arco, según F. Saunders; (P) en el arco, según F. Paschen; (W) en el arco, según Wiedmann (columna de los resultados de Kayser y Runge).

Fowler, obra citada, página 139; Exner y Haschek, obra citada, tomo II, página 341, y tomo III, página 323; Kayser, obra citada, tomo VI, página 849.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
		3671,69	1	—	—	—	—	
		3683,63	5	—	—	—	—	
s. n. c.	**3739,97**	3740,10	1	3740,12	4	—	—	
1P—6S	**3799,40**	—	—	—	—	3799,00		(S)
		—	—	—	—	3880,00		(S)
1P—5S	**3965,70**	—	—	—	—	3966,00		(S)
—		—	—	4019,75	4	—	—	
		—	—	4058,02	8	—	—	
s. n. c.	**4101,79**	—	—	4101,94	2	—	—	
1P—4D	**4113,60**	—	—	—	—	4114,00		(S)
$1p_2$—2S	**4292,86**	4293,08	1	4293,02	2	—	—	
1P—4S	**4298.38**	—	—	4298,54	2	—	—	
1P—3D	**4629.88**	4630,02	2	4630,06	8	—		
$1s$—$6p_1$	**5068.53**	—	—			5068,77	4	(P)
$1s$—$6p_2$	**5069.49**	—	—			5079,66	2	(P)
$1s$—$6p_3$	**5069.98**	—	—			5070,16	0	(P)
$1s$—$5p_1$	**5308,51**	—	—	5308,80	3	5308,71	8	(P)(W)
$1s$—$5p_2$	**5310,11**	—	—	5310,42	2	5310,31	6	(P)(W)
$1s$—$5p_3$	**5310.84**	—	—	5311,12	1	5311,03	4	(P)(W)
2S—7P	**5485.98**	—	—	5486,19	1	—	—	(W)
2S—6P	**5654,39**	—	—	5654,48	1	—	—	(W)
$1s$—$5p_1$	**5772,00**	—	—	5772,33	5	5772,21	10	(P)(W)
$1s$—$4p_2$	**5775.43**	—	—	5775,75	4	5775,64	8	(P)(W)
$1s$—$4p_3$	**5777,02**	—	—	5777,36	3	5777,24	6	(P)(W)
2S—5P	**5937,67**	—	—	5937,93	3	—	—	(W)
1P—$2d'$	**6238,00**	—	—	6238,20	6	6238,21	8	(P)(W)
1P—$2d''$	**6239.22**	—	—	6239,46	3	6239,43	6	(P)(W)

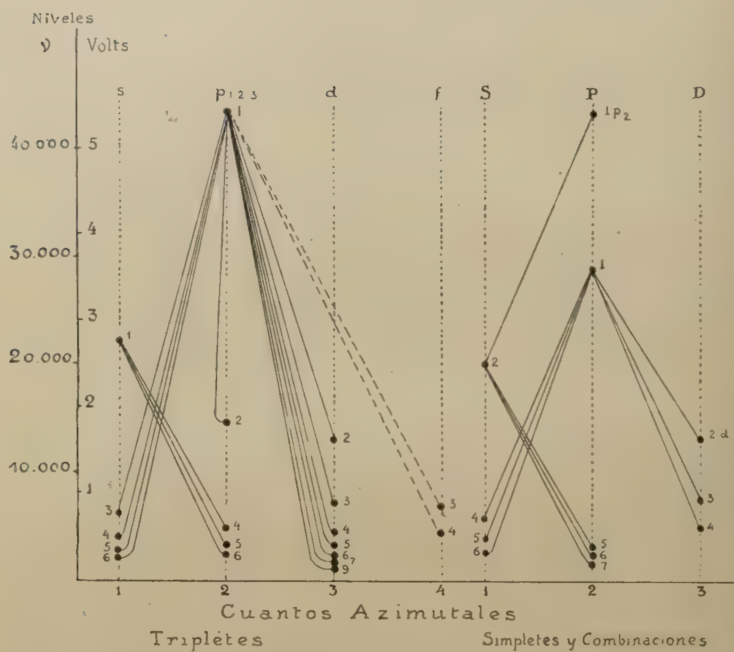


Fig. 10. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Zinc

Espectro del cadmio [1]

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
s. n. c.	1993,07					1993,07	1	(W)
s. n. c.	2170,04	—	—	2170,11	1	2170,04	1	(M)
s. n. c.	2262,36	—	—	2262,36	1	2261,29	1	(M)
		—	—	2474,15	1	2474,06	1	(M)
		—	—	2507,93	1	2507,80	1	(M)
		—	—	2521,74	1	2521,60	1	(M)
$1p_1$—$9d'$	2524.68	—	—	—	—	2524,68	1	(M)
$1p_2$—$6d'$	2525,30	—	—	2525,57	1	2525,45	1	(M)
$1p_1$—$8s$	2533,91	—	—	—	—	2533,91	1	(M)
$1p_1$—$8d$	2541,64	—	—	—	—	2541,64	1	(M)
$1p_3$—$5d$	2544,72	—	—	2544,84	>A	2544,73	2	(M)
$1p_2$—$5s$	2553,61	—	—	2553,61	4	2553,59	4	(M)
$1p_1$—$7s$	2554.51	—	—	—	—	2554,51	1	(M)
$1p_1$—$7d$	2565.88	—	—	—	—	2565,88	2	(M)
$2p_2$—$5d'$	2580,27	—	—	2580,33	>A	2580,20	2	(M)
		—	—	2582,86	1	2582,70	1	(M)
$1p_3$—$4s$	2592.14	—	—	2592,14	>A	2592,10	2	(M)
$1p_1$—$6d$	2602.18	—	—	2601,99	>A	2602,18	2	(M)
$1p_2$—$4s$	2629.06	—	—	2629,15	>A	2629,05	4	(M)
$1p_1$—$5s$	2632.25	—	—	2632,29	>A	2632,23	2	(M)
s. n. c.	2654.55	—	—	2654,65	1	2654,55	1	(M)
s. n. c.	2657.00	—	—	2657,10	2	2657,00	2	(M)
$1p_1$—$5d$	2660.40	—	—	2660,45	4	2660,40	4	(M)
$1p_1$—$4f$	2756,78	—	—	2756,69	2	2756,68	2	(M)
$1p_1$—$4d$	2763.89	—	—	2763,99	6	2763,89	A	(M)
$1p_1$—$4d'$	2764.19	2764,20	3	2764,19	>C	2764,11	2	(M)
$1p_3$—$3f$	2818,73	—	—	2818,66	>A	2818,70	2	(M)
$1p_2$—$3f$	2862.30	—	—	2862,14	4	2862,25	>A	(M)
$1p_2$—$3d$	2880.77	2880,89	10	2880,88	S	2880,68	>A	(M)
$1p_2$—$3p_1$	2903.13	—	—	2903,24	1	2903,13	1	(M)
$1p_2$—$3p_2$	2908,74	—	—	2908,85	1	2908,74	1	(M)

[1] Ninguna línea específica del arco se halla presente en el espectro de la llama descrito por Watteville.

(W) en el arco, según Wolff; (M) media de resultados, según Kayser y Konen; (P) en el arco, según Paschen.

FOWLER, obra citada, página 142; EXNER Y HASCHEK, obra citada, tomo II, página 13, y tomo III, página 19; KAYSER, obra citada, tomo V, página 263; KAYSER Y KONEN, obra citada, tomo VII, página 176.

Serie	λ I. A.	Exner y Haschek		Kayser y Runge		Otros autores		
		λ	I	λ	I	λ	I	
$1p_1—3f$	2961.48	2961,40	1	2961,64	>A	2961,43	4	(M)
$1p_1—3d'$	2981,34	—	—	2981,46	>A	2981,34	4	(M)
$1p_1—3d''$	2981,89	—	—	2982,01	1	2981,89	1	(M)
$1p_1—3p_1$	3005.41	—	—	3005,53	1	3005,41	1	(M)
$1p_1—2p_2$	3595,49	—	—	3595,64	1	3595,49	1	(M)
$1p_1—2D$	3649,49	—	—	3649,74	2	3649,59	2	(M)
$1p_1—2p_1$	3729,06	—	—	3729,21	4	3729,06	4	(M)
1P—5S	3981,77	—	—	3981,92	2	3981,77	2	(M)
1P—4S	4306.82	4307,20	>A	4306,98	4			
s. n. c.	4511,34	—	—	—	—	4511,51	5	(P)
$1P—3d'$	4614,17	—	—	—	—	4614,35	8	(P)
$1P—3d''$	4615,39	—	—	—	—	4615,57	5	(P)
s. n. c.	4615.75	—	—	—	—	4615,96	2	(P)
1P—3S	5154,68	5155,00	1	5154,85	>A	—	—	
$1P—2s$	5297,64	—	—	—	—	5297,87	2	(P)
		—	—	—	—	5337,73	3	(P)
$1s—6p$	5339.50	5338,49	C	5338,60	C	5334,69	1	(P)
		5379,00	C	5379,30	C	5378,42	6	(P)
$1s—5p_1$	5598,77	—	—	—	—	5598,99	6	(P)
$1s—5p_2$	5604,68	—	—	—	—	5604,90	4	(P)
$1s—5p_3$	5607,07	—	—	—	—	5607,06	2	(P)
s. n. c.	5637,22	—	—	—	—	5637,44	5	(P)
s. n. c.	5783,93	—	—	—	—	5784,15	4	(P)
$1s—4p_1$	6099,18	—	—	—	—	6099,39	8	(P)
$1s—4p_2$	6111,52	—	—	—	—	6111,73	6	(P)
$1s—4p_3$	6116.19	—	—	—	—	6116,39	4	(P)
s. n. c.	6128,66	—	—	—	—	6128,87	2	(P)
$1P—2d'$	6325.19	—	—	—	—	6325,40	15	(P)
$1P—2d''$	6329.97	—	—	—	—	6330.18	8	(P)

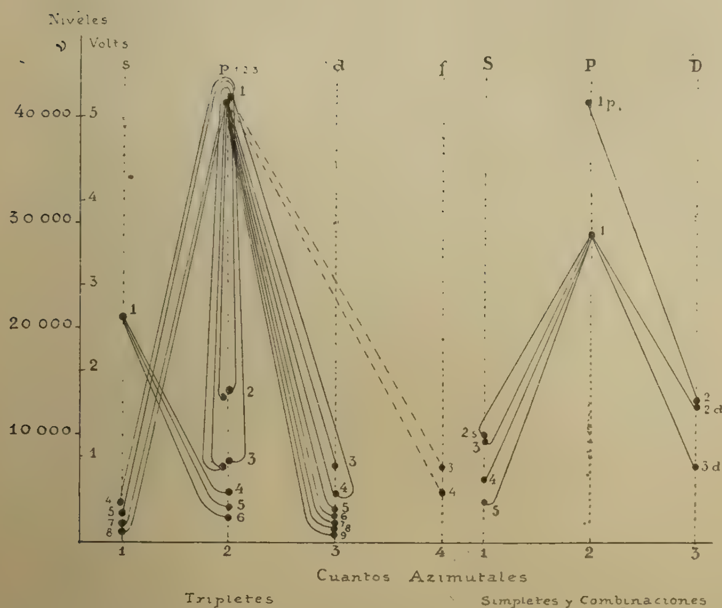


Fig. 11. — Diagrama energético de las líneas seriadas de la clase A en el espectro del Cadmio

IV

LAS LÍNEAS NO CLASIFICADAS, LOS ESPECTROS DE LOS PARA Y ORTO ELEMENTOS Y LOS ESPECTROS DE LOS ISOTOPOS. LA INTENSIDAD DE LAS LÍNEAS ESPECTRALES.

Nos resta ahora analizar lo que se refiere a las líneas no clasificadas en series y a la intensidad de las líneas espectrales.

En los espectros de los metales estudiados, con excepción de los metales alcalinos, existe una cantidad de líneas que no figuran en las tablas de Fowler, o que figuran en dichas tablas como líneas no clasificadas, ya sea como simpletes, dobletes o tripletes. Es posible que se puedan clasificar parte de dichas líneas, teniendo en cuenta las recientes investigaciones de Max Moraud [1].

Según Bohr [2], en el átomo de helio, en su estado normal, los dos electrones se mueven en órbitas a un cuanto que forman un ángulo de 120°, como lo muestra la figura 12. En el estado inestable del átomo de helio, los dos electrones se mueven en dos órbitas coplanarias, una de las cuales es circular a un cuanto y la otra elíptica a dos cuantos totales y uno azimutal.

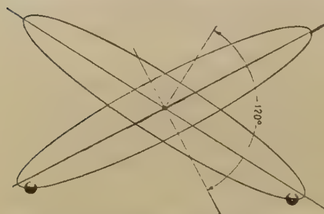


Fig. 12. – Modelo del átomo normal de Helio según Bohr. (Foote y Mohler, obra citada, página 70.)

Moraud ha encontrado que el litio presenta en el arco dos espectros: uno correspondiente al estado normal del átomo neutro, en el cual las órbitas electrónicas están cruzadas, y el otro correspondiente al estado inestable del átomo en que las órbitas son coplanarias, como sucede con el helio. El primer estado corresponde al para-litio (dos órbitas a un cuanto), el segundo estado corresponde al orto litio (una órbita a un cuanto y otra órbita a dos cuantos). El potencial de ionización correspondiente al estado estable es de 5,35 volts, y el correspondiente al estado inestable de 7,10 volts.

Dice el autor citado: « Si los dos electrones de la órbita K del Helio y del Litio pueden tener sus órbitas cruzadas (estado normal o

[1] MAX MORAUD, *Comptes rendus*, tomo CLXXVIII, páginas 1528, 1701 y 1897, 1924; *Le Journal de Physique et le Radium*, serie 6ª, tomo V, página 99 S, 1924.

[2] FOOTE Y MOHLER, obra citada, página 69.

para) o coplanarias (estado inestable u orto), de la misma manera los dos electrones de la órbita K de los átomos de número atómico más elevado, pueden presentar las dos configuraciones». Es posible, entonces, decimos nosotros, que todos los elementos tengan dos espectros de arco, y que las líneas que aparecen como no clasificadas pertenezcan a las series correspondientes a los espectros de arco de los estados inestables de los diferentes átomos.

Otra causa que puede traer alteraciones en la estructura de los espectros de un mismo cuerpo simple, es la existencia de la isotopía [1].

Como las masas mucleares de los distintos isotopos de un mismo elemento son diferentes, hay que tener en cuenta, en el cálculo de la constante de Rydberg, la masa m del electrón con respecto a la relación $\frac{M}{M+m}$, en la cual M es la masa del núcleo. La constante de Rydberg se escribirá, entonces, así:

$$N = \frac{2\pi e^4 m}{h^3}\left[\frac{M}{M+m}\right]. \qquad (10)$$

Por otra parte, las longitudes de onda λ_1 y λ_2, correspondientes a λ_0, por efecto del arrastramiento del núcleo, en el caso de dos masas M_1 y M_2, tienen las siguientes expresiones:

$$\lambda_1 = \lambda_0\left[1+\frac{m}{M_1}\right] \qquad y \qquad \lambda_2 = \lambda_0\left[1+\frac{m}{M_2}\right], \qquad (11)$$

que dan:

$$\frac{\lambda_1-\lambda_2}{\lambda_0} = m\left[\frac{1}{M_1}-\frac{1}{M_2}\right]. \qquad (12)$$

La expresión (10) da para la línea 4057,84 del Pb en el caso de sus dos isotopos cuyas masas atómicas difieren en una unidad, $\Delta\lambda = 0{,}00005$ U. A., magnitud imposible de determinar experimentalmente. Los valores que da la expresión (12) son también muy pequeños, por las mismas razones. Las experiencias hasta ahora realizadas han mostrado, en algunos casos, un desplazamiento en el sentido previsto por la teoría, pero de mayor magnitud.

El hecho de que los isotopos pudiesen dar espectros absolutamente

[1] F. W. Aston, *Les Isotopes* (traducción Veil), página 128, París, 1923; Mme. P. Curie, *L'Isotopie et les Elements Isotopes*, páginas 65 y 126, París, 1924; Institut Solvay, *Premier Conseil de Chimie* (abril de 1922), publicado en 1925, Gauthier-Villars, París.

distintos, ha sido discutida [1] teniendo en cuenta las líneas atribuídas al elemento hipotético *Nebulium*. Opinamos, con J. H. Reynolds [2], que las líneas atribuídas al *nebulium* pertenecen a distintos estados de ionización de elementos ya conocidos.

Las consideraciones teóricas y las comprobaciones experimentales permiten afirmar que los espectros de los isotopos de un mismo cuerpo simple son idénticos; que sólo se prevee — y se ha comprobado — un débil desplazamiento de las líneas, pero no un cambio fundamental en la estructura del espectro.

Según la teoría de Bohr la intensidad de una línea espectral depende: primero, de la frecuencia; segundo, de la probabilidad de transición entre el estado estacionario inicial y el estado estacionario final, es decir, de la probabilidad de traslación del electrón de una órbita a otra [3].

La intensidad de radiación está medida por la energía emitida en la unidad de tiempo. Según la teoría cuantista, la energía emitida por cada uno de los procesos elementales de que se compone la emisión es:

$$W = h\nu \qquad (13)$$

en la que ν es la frecuencia de la línea emitida. La intensidad de la radiación será, entonces, el producto de la energía liberada en el proceso por el número de veces K que éste se produce en un segundo, tenemos, entonces:

$$KW = Kh\nu = I. \qquad (14)$$

Supongamos dos líneas pertenecientes a una misma serie espectral de frecuencias ν_1 y ν_2, que satisfacen a la condición $\nu_1 > \nu_2$ tendremos, entonces, de acuerdo con la (13):

$$\begin{aligned} W_1 &= h\nu_1 \\ W_2 &= h\nu_2. \end{aligned} \qquad (15)$$

Para que una línea de frecuencia ν_1 sea emitida, es necesario que el átomo reciba en su colisión con un electrón por lo menos una energía $h\nu_1$, vale decir, comprendida entre $h\nu_1$ y $h\nu_2$. Las probabilidades de que la energía del choque esté comprendida dentro de esos valores, debe disminuir al mismo tiempo que $\nu_1 - \nu_2$, y también a medida

[1] *Premier Conseil*, etc., página 73.

[2] *Nature*, tomo CXII, página 875, 1923.

[3] N. R. Campbell, *Théorie quantique des Spectres. La Relativité* (versión francesa), página 98, J. Hermann, París, 1924; N. Bohr, obra citada, página 46; consultar también: F. Reiche, *Teoría de los quanta* (versión española), páginas 124 y 222, Calpe, Madrid, 1922.

que ν_1 y ν_2 aumenten, permaneciendo constante la diferencia $\nu_2 - \nu_1$; pero ν_1 y ν_2 aumentan y $\nu_2 - \nu_1$ disminuye a medida que se pasa de los primeros términos de la serie a los últimos. En consecuencia, las probabilidades de un átomo de recibir, en una colisión con un electrón, el aporte de energía necesario para emitir una línea de una serie, debe disminuir a medida que la frecuencia de la línea aumenta.

Experimentalmente la intensidad de las líneas de una serie disminuye a medida que su número de orden aumenta. Tenemos, entonces, en virtud de la (14), para tres líneas de frecuencias ν_1, ν_2 y ν_3, en las cuales $\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$

$$\begin{aligned} K_1 W_1 &= I_1 \\ K_2 W_2 &= I_2 \\ K_3 W_3 &= I_3, \end{aligned} \tag{16}$$

donde $W_3 > W_2 > W_1$, pero como, experimentalmente, $I_1 > I_2 > I_3$, se tendrá $K_3 < K_2 < K_1$, como lo requiere el razonamiento que hemos expresado anteriormente.

Hemos dicho que la intensidad de una línea espectral también depende de la probabilidad de transición entre el estado estacionario inicial y el estado estacionario final: tendremos, entonces, que si dos rayas de idéntica frecuencia no tienen la misma intensidad, debe buscarse la diferencia de intensidades en la estructura interna del átomo. Si una línea es más intensa que la otra y, por lo tanto, es emitida más frecuentemente, es porque las transiciones entre los estados atómicos que implica la emisión de una de dichas líneas es más probable que la transición correspondiente a la otra línea. Es evidente, entonces, que las líneas específicas del arco obedecen a modificaciones de las configuraciones del átomo de una probabilidad mayor de cero en el arco y nula en la chispa; las líneas comunes al arco y a la chispa, pero de menor intensidad en esta última, se deben a desplazamientos electrónicos de más probabilidad en el arco que en la chispa, aunque en este caso la probabilidad, en lo que se refiere a la chispa, no tiene un valor nulo como en el primer caso. Para las líneas de igual intensidad en ambas fuentes de energía, la probabilidad es la misma, y para las líneas reforzadas y las específicas de la chispa, la probabilidad de las transiciones en el arco es muy pequeña o nula.

Las líneas específicas del arco, como pertenecen, en general, a los términos de orden más elevado de las series son poco intensas y, por lo tanto, líneas de poca probabilidad de emisión. Las líneas de combinación que presentan algunos espectros también son líneas de débil intensidad.

V

LOS ESPECTROS DE ARCO Y LA LEY PERIÓDICA

En sus tablas de los espectros de los elementos a presión normal. Exner y Haschek (¹) dicen que los espectros de los elementos que tienen pocas líneas, poseen líneas intensas y anchas. y en los que poseen muchas líneas. son éstas débiles y netas. Hacen excepción a esta regla los cuatro elementos siguientes : Be. Bo. C y Si que, siendo pobres en líneas, son éstas débiles y netas. Son estos mismos elementos los que hacen excepción a la regla de Dulong y Petit.

El número de líneas del arco y también el número de líneas de la chispa son, según los autores citados, funciones periódicas de los pesos atómicos. La curva obtenida por W. J. Humphreys (²). estableciendo los desplazamientos de las rayas espectrales en función de los pesos atómicos, muestra que sus máximos coinciden con los mínimos de las curvas establecidas por Exner y Haschek, y viceversa.

En una memoria titulada « *Arc and Spark spectra and the periodic system* », Ingo W. D. Hackh (³) dice que las curvas de las intensidades es recíproca de la curva representativa del número de líneas. Establece, además, la conclusión ya mencionada de Exner y Haschek, diciendo que en los elementos que tienen pocas líneas, éstas son de gran intensidad. y viceversa. Deduce. entonces, que llamando I a la suma de las intensidades de las líneas de un elemento dado y L al número de líneas, se tiene :

$$\frac{L}{I} = K \text{ (constante).} \qquad (17)$$

Según dicho autor. los elementos de gran fuerza electro-motriz y de gran actividad química (halógenos, alcalinos) tienen espectros de de arco y de chispa compuestos de pocas líneas. mientras que los elementos de menor actividad química poseen espectros compuestos de muchas líneas. Los elementos de valencias 1, 2 y 3 tienen líneas

(¹) F. Exner y E. Haschek. obra citada, tomo I. página 32.

(²) W. J. Humphreys. *Astrophys. Journal*, tomo VI, página 169. 1897.

(³) Ingo W. D. Hackh. *Astrophys. Journal*. tomo XLVIII. página 241. 1918.

de gran intensidad, mientras que los elementos de valencias mayores de 5 tienen líneas de débil intensidad.

M. A. Catalán (1) ha establecido que los valores de los potenciales de ionización parecen seguir una marcha ascendente hasta el Zn y el Cd, y después descendente; parece existir, además, un máximo menos pronunciado para los alcalinos térreos.

Por su parte H. N. Russell (2) establece que los potenciales de ionización son una función periódica de los pesos atómicos.

En una interesante nota publicada recientemente, Cecilia H. Payne (3) ha estudiado la variación de los potenciales de ionización en función del número atómico y ha establecido, entre otras conclusiones, las siguientes: 1° en las distintas columnas que comprende la clasificación periódica el declive de la curva es similar en cada período. La uniformidad de estos declives se debe, probablemente, a la similitud de las configuraciones electrónicas de los átomos que corresponden a cada período; 2° los potenciales de ionización cambian lentamente en los largos períodos de la clasificación. Esto era de esperarse, por el hecho de que en el grupo de las tierras raras la configuración de las órbitas electrónicas varía únicamente en las órbitas interiores y no en la correspondiente a los electrones ópticos, como lo veremos más adelante.

Tales son las memorias anteriores que tienen estrecha relación con algunos conceptos que pasamos á exponer.

Hemos introducido como función del número atómico, la relación del número de líneas del arco al número de líneas de la chispa. El valor de dicha relación oscila entre 0, para los metaloides que no tienen espectro de arco, hasta 5 para el Ra.

En la tabla de las páginas 74 y 75 figuran los símbolos de los elementos, sus números atómicos, el número de líneas del espectro del arco (A), el número de líneas del espectro de la chispa (C), según los resultados de Exner y Haschek (4), y la relación $\frac{A}{C}$.

La curva de la figura 13 es la representación gráfica del cuadro que le sigue.

(1) M. A. Catalán, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXI, página 327, 1923.

(2) H. N. Rusell, *Astrophys. Journal*, tomo LV, página 119, 1922.

(3) *Proceedings of the Nat. Academy of Sciences* (U. S. A.), tomo X, página 322, 1924.

(4) Exner y Haschek, obra citada, página 34.

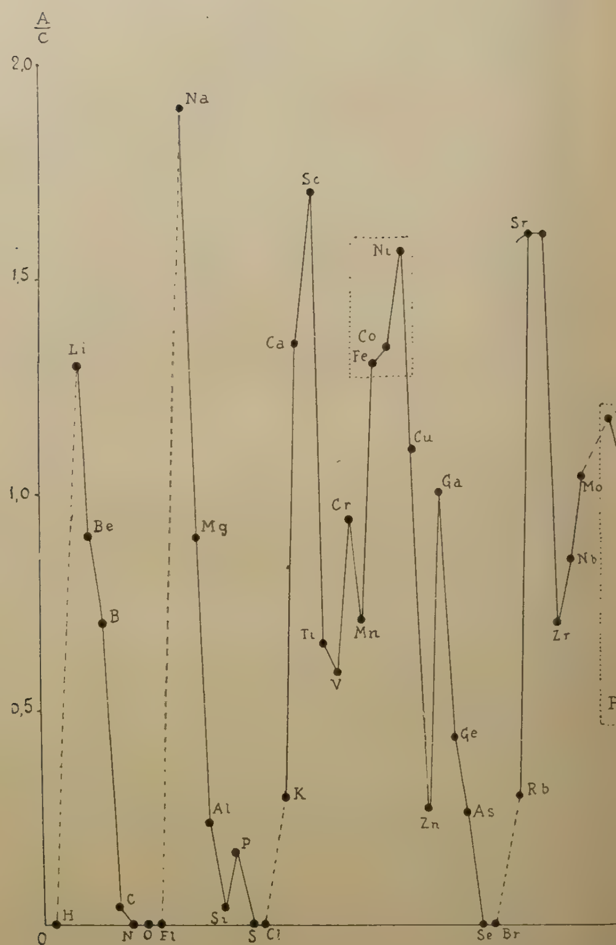
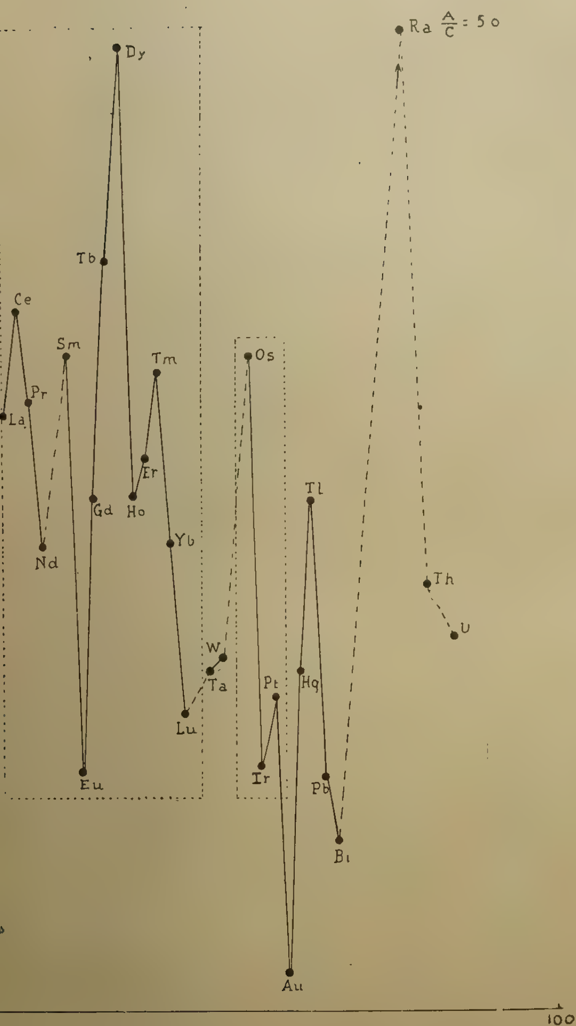


Fig. 13. — Variación



del número atómico

Símbolo	Z	A	C	$\frac{A}{C}$
H	1	0	1	0,00
He	2			
Li	3	13	12	1,30
Gl	4	9	10	0,90
B	5	2	3	0,70
C	6	1	28	0,04
N	7	0	142	0,00
O	8	0	113	0,00
F	9	0	69	0,00
Ne	10			
Na	11	25	13	1,90
Mg	12	52	58	0,90
Al	13	28	115	0,24
Si	14	40	49	0,80
P	15	15	85	0,17
S	16	0	44	0,00
Cl	17	0	101	0,00
A	18			
K	19	18	61	0,30
Ca	20	114	84	1,35
Sc	21	342	204	1,70
Ti	22	1123	1705	0,65
V	23	1642	2837	0,58
Cr	24	1697	1806	0,99
Mn	25	865	1216	0,71
Fe	26	2392	1838	1,30
Co	27	1830	1360	1,34
Ni	28	976	623	1,56
Cu	29	368	328	1,10
Zn	30	35	134	0,27
Ga	31	14	14	1,00
Ge	32	27	62	0,43
As	33	18	69	0,26
Se	34	0	63	0,00
Br	35	0	153	0,00
Kr	36			
Rb	37	19	62	0,30
Sr	38	146	89	1,60
Yt	39	684	430	1,60
Zr	40	1070	1529	0,70
Nb	41	1770	2086	0,85
Mo	42	3390	3248	1,04
?	43			
Ru	44	1948	1659	1,17
Rh	45	1002	948	1,05
Pd	46	268	532	0,50

Símbolo	Z	A	C	$\frac{A}{C}$
Ag	47	27	380	0,07
Cd	48	38	129	0,30
In	49	28	30	0.90
Sn	50	14	103	0.40
Sb	51	38	201	0.19
Te	52	4	111	0,04
I	53	0	172	0.00
Xe	54			
Cs	55	14	66	0,20
Ba	56	207	148	1.40
La	57	512	356	1.40
Ce	58	2894	1758	1.64
Pr	59	2490	1732	1,43
Nd	60	2762	2540	1,09
?	61			
Sa	62	1679	1085	1.54
Eu	63	857	1508	0.56
Gd	64	1687	1411	1.20
Tb	65	2487	1409	1.76
Dy	66	3312	1464	2,26
Ho	67	1482	1222	1,21
Er	68	2321	1785	1.30
Tm	69	1007	667	1.50
Yb	70	905	795	1.10
Lu	71	164	236	0.70
Hf	72			
Ta	73	1285	1560	0.80
W	74	3251	3912	0.85
?	75			
Os	76	1340	867	1,54
Ir	77	806	1400	0,57
Pt	78	461	618	0,74
Au	79	35	370	0,09
Hg	80	78	99	0.80
Tl	81	22	18	1,20
Pb	82	46	84	0,55
Bi	83	48	121	0,40
Po	84			
?	85			
Nt	86			
?	87			
Ra	88	50	10	5,00
Ac	89			
Th	90	2316	2298	1,00
Pa	91			
U	92	4940	5655	0,87

Se han unido con líneas de puntos los distintos períodos porque en las tablas de Exner y Haschek no figuran los datos correspondientes a los gases inertes; se ha procedido en la misma forma con los elementos aun no conocidos y con aquellos conocidos que no figuran en las tablas ya mencionadas.

Los mínimos de la curva coinciden en el segundo período con N, O y F, en el tercero con S y Cl, en el cuarto con Se y Br, y en el quinto con el I. De donde se deduce que, a medida que se complica el edificio electrónico de los átomos correspondientes a las terminaciones de cada período, éstos llegan a tener la propiedad de dar líneas en el arco.

La constitución de los anillos electrónicos del N, O, Fl, P, S, Cl, As, Se, Br, Sb, Te e I son las siguientes, según Bohr [1] :

Símbolo	Z	Distribución de los electrones en las órbitas [2]											$\frac{A}{C}$
		1_1	2_1	2_2	3_1	3_2	3_3	4_1	4_2	4_3	5_1	5_2	
N	7	2	4	1									0,00
O	8	2	4	2									0,00
F	9	2	4	3									0,00
P	15	2	4	4	4	1							0,17
S	16	2	4	4	4	2							0,00
Cl	17	2	4	4	4	3							0,00
As	33	2	4	4	6	6	6	4	1				0,26
Se	34	2	4	4	6	6	6	4	2				0,00
Br	35	2	4	4	6	6	6	4	3				0,00
Sb	51	2	4	4	6	6	6	6	6	6	4	1	0,19
Te	52	2	4	4	6	6	6	6	6	6	4	2	0,04
I	53	2	4	4	6	6	6	6	6	6	4	3	0,00

Como lo muestra el cuadro anterior, los electrones más exteriores de los elementos considerados, se hallan colocados en las órbitas : 2_2 (órbita circular), para N, O y Fl; 3_2 (órbita elíptica), para P, S y Cl; 4_2 (órbita elíptica), para As, Se y Br, y, finalmente, en la órbita 5_2 (órbita elíptica), para Sb, Te e I; a medida que aumenta el número de electrones en dichas órbitas, es decir, que el elemento

(1) Niels Bohr, obra citada, página 102; E. N. da C. Andrade, obra citada, página 208; P. D. Foote y F. L. Mohler, obra citada, página 232.

(2) Los números corresponden a los cuantos totales que caracterizan a cada órbita, y los índices a los cuantos azimutales.

se acerca al estado más estable que es el gas inerte que determina el final de cada período, la relación $\frac{A}{C}$ tiende a cero. Este hecho obedece a un aumento de la estabilidad del átomo, debido a la ligazón más íntima de los electrones exteriores y a la tendencia a capturar otro electrón, sobre todo en el caso de los halógenos, en que siempre $\frac{A}{C} = 0$, lo que exige una mayor energía para producir el desplazamiento de un electrón, condición necesaria para la emisión de líneas espectrales. Debido a esa circunstancia, el arco, a la presión normal, no produce espectros con algunos metaloides.

De lo ya expuesto se deduce que los gases inertes tampoco han de dar espectros de arco a la presión normal, dada la simetría de sus configuraciones electrónicas. La figura 14 muestra la simetría de las órbitas electrónicas del argón, según Bohr [1].

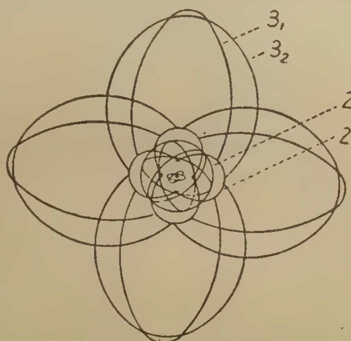


Fig. 14. — Modelo del átomo de Argón, según Bohr (Foote, memoria citada, página 537)

Estas peculiaridades se encuentran relacionadas con los potenciales de ionización y con los diámetros atómicos como lo veremos más adelante.

Los elementos para los cuales la relación $\frac{A}{C} \geq 0,90$ son los siguientes : Li, Gl, Na, Mg, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Ca, Sr, Yt, Mo, Ru, Rh, In, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sa, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Os, Tl, Ra y Th.

Para que dicha condición se satisfaga es necesario que en la órbita exterior del átomo se encuentren 1, 2 ó 3 electrones. Esta condición, sin embargo, no es suficiente porque existen otros metales (Zn, Ag, Cd, Au, etc.) que satisfacen a la condición citada y en los cuales la relación $\frac{A}{C}$ no sólo no alcanza a 0,90 sino que llega a tener un valor

[1] H. A. Kramers y H. Holst, *The Atom and the Bohr Theory of its Structure*, plancha II, Londres, 1923; P. D. Foote, *Journal of the Franklin Institute*, tomo CXCVIII, página 537, 1924.

mínimo como para el Au en que es igual a 0,09. Pero si consideramos la distribución de los electrones en las órbitas interiores vemos que, a más de la condición ya mencionada, debe tenerse presente esta otra. Para que $\frac{A}{C} \geq 0,90$ deben estar incompletas, dentro de cada período, con respecto a la configuración electrónica del gas inerte colocado al final del período correspondiente, las órbitas electrónicas inmediatas a la exterior, es decir, las órbitas electrónicas a 3 cuantos para el Ca, Sc, Cr, Fe, Co y Ni; a 4 cuantos para el Sr, Ru, Rh, Pd; a 5 cuantos para el Ba y a 6 cuantos para el Ra. Están en contradición con estas condiciones el K, el Rb y el Cs; más adelante nos ocuparemos de ciertas peculiaridades de los elementos de la primera columna.

Los metales correspondientes al grupo de las tierras raras y el Sc, el Ga, el Yt, el In y el Tl, que son trivalentes, satisfacen a la condición $\frac{A}{C} > 0,9$ siempre que sus electrones exteriores estén sobre una órbita cuyo número cuantista total sea > 2. Para el Al y para el B donde $N \leq 2$ la condición no se satisface.

El grupo de las tierras raras tiene, con solo dos excepciones, $\frac{A}{C} \geq 1,00$, lo que constituye una prueba más de que el crecimiento del número atómico se hace por agregación de electrones a una órbita interior (la órbita a 4 cuantos) como lo sostiene Bohr fundado en la característica de sus propiedades químicas. También las caracteríscas de sus espectros, cuyas estructuras aun no son conocidas, deben tener grandes analogías.

Es digno de hacer notar que los elementos de valencia ≥ 4 (algunos metaloides y los metales metaloides) tienen para $\frac{A}{C}$ un valor menor de 0,80 y que dicho valor tiende a 0 a medida que aumenta el carácter electro negativo del elemento considerado.

Si consideramos ahora la variación de la relación $\frac{A}{C}$ y de los potenciales de ionización dentro de cada columna de la clasificación periódica observamos que presenta un carácter periódico como lo demuestran las figuras 15, 16 y 17 correspondientes a las columnas I, II y V. En lo que respecta al grupo I hay algunas anomalías de las que nos ocuparemos más adelante.

Si establecemos ahora para cada uno de los grupos nombrados, la

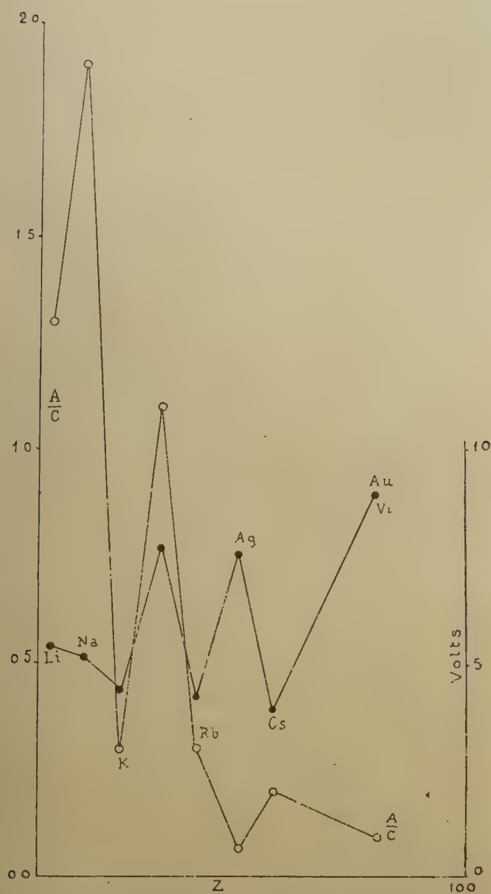


Fig. 15. — Variación de A/C y de los potenciales de ionización en función del número atómico (columna I)

tabla siguiente en la que figuran el valor de la relación $\frac{A}{C}$, los potenciales de ionización y los radios atómicos tenemos :

Símbolo	Z	$\frac{A}{C}$	V_i	Radio atómico	Columna
Li	3	1,30	5,37	$1{,}50 . 10^{-8}$	
Na	11	1,90	5,12	1,77 »	
K	19	0,30	4,32	2,07 »	
Cu	29	1,10	7,69	1,37 »	I
Rb	37	0,30	4.16	2.25 »	
Ag	47	0,07	7,54	1,77 »	
Cs	55	0,20	3,88	2,37 »	
Au	79	0,09	9,00	?	
Gl	4	0,90	7,61	1,15 »	
Mg	12	0,90	7,61	1,42 »	
Ca	20	1,35	6,09	1,70 »	
Zn	30	0,27	9,35	1,32 »	
Sr	38	1,60	5.67	1.95 »	II
Cd	48	0,30	8,95	1,60 »	
Ba	56	1,40	5,19	2,10 »	
Hg	80	0.80	10.39	?	
Ra	88	5.00	5.27	?	
N	7	0.00	16.90	0.65 »	
P	15	0.17	13.30	?	
V	23	0.58	6.17	?	
As	33	0.26	11.50	1.26 »	V
Nb	41	0.85	?	?	
Sb	51	0.19	8.10	1.40 »	
Ta	73	0.80	?	?	
Bi	83	0.40	8.25	1.48 »	
O	8	0.00	15.50	0.65 »	
S	16	0.00	12.20	1.02 »	
Cr	24	0.94	6.70	1.40 »	
Se	34	0.00	12.50	1.17 »	
Mo	42	1.04	7.10	?	VI
Te	52	0.04	?	1.33 »	
W	74	0.83	?	?	
Po	84	?	?	?	
U	92	0.87	?	?	

Los potenciales de ionización que figuran en el cuadro anterior son los dados por Foote y Mohler [1] con excepción de los corres-

[1] Obra citada, páginas 60 a 77.

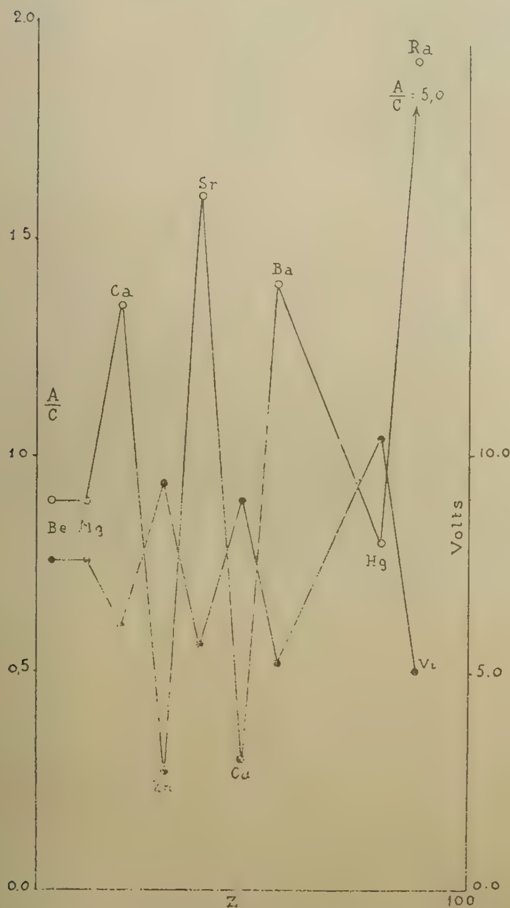


Fig. 16. — Variación de A/C y de los potenciales de ionización en función del número atómico (columna II)

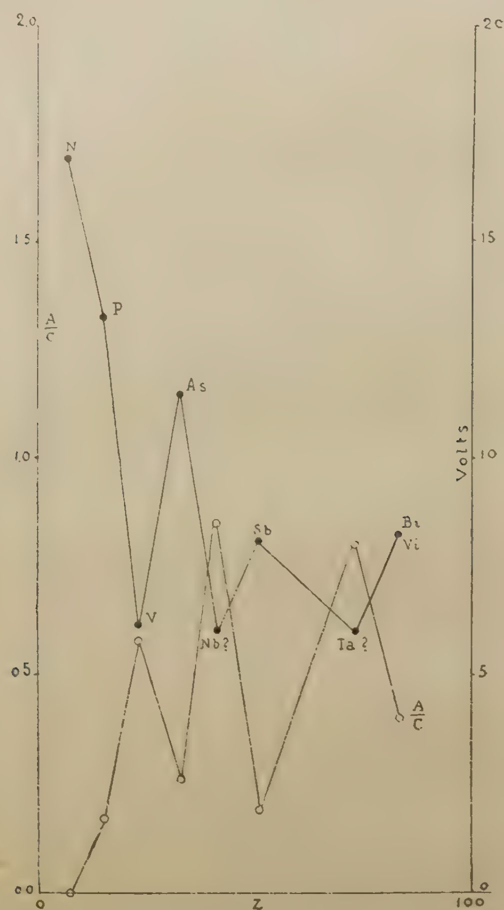


Fig. 17. — Variación de A C y de los potenciales de ionizacion en funcion del numero atomico (columna V)

pondientes al Cr, Mo y V que son los determinados por M. A. Catalán [1]. En el gráfico de la figura 17 hemos establecido como valores de los potenciales del Nb y del Ta 6.00 volts al solo efecto de construir la curva, y mostrar los valores probables de V_i para dichos elementos en el caso de que nuestra hipótesis resultara exacta. Los radios atómicos son los determinados por Bragg [2].

Con excepción de los elementos de la columna I la curva representativa de la variación de la relación $\frac{A}{C}$ en función del número atónico es periódica e inversa de la que representa la variación de los potenciales de ionización. Los valores de los radios atómicos actualmente determinados parecen variar en el mismo sentido que $\frac{A}{C}$. En lo que respecta al grupo I si bien la variación de los potenciales se hace en el sentido mismo que en los otros grupos, la variación de $\frac{A}{C}$ es irregular: K, Rb y Cs cuyos valores $\frac{A}{C}$ debieran ser mayores de 1 tienen valores mínimos mientras que en el Cu, dicho valor es 1,10. Existe, sin embargo, una regularidad marcada a partir del Rb.

La curva representativa de la variación de los potenciales de ionización en función del número atómico debe ser, por las observaciones que acabamos de señalar, inversa de la curva representativa de la variación de $\frac{A}{C}$.

VI

CONCLUSIONES

1ª Las investigaciones experimentales realizadas por distintos autores nos permiten afirmar que existen líneas qne son emitidas por el arco sin serlo por la chispa;

2ª Muchas de dichas líneas están clasificadas en series, lo que permite excluir las hipótesis de que pertenezcan a impurezas o a espectros de bandas;

3ª Las estructuras de los espectros específicos del arco tienen gran-

(1) M. A. Catalán, *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, tomo XXI, página 328, 1923, y tomo XXII, página 72 1924.

(2) Ch. Mauguin, *La structure des cristaux*, página 159, París, 1924.

des analogías cuando se trata de metales de propiedades químicas análogas y de estructuras electrónicas semejantes. Hecho que también contribuye a confirmar la conclusión segunda, porque no sería lógico atribuir una influencia tan sistemática a las impurezas;

4ª Las líneas aun no clasificadas pueden atribuirse, en parte, a las series correspondientes a los estados inestables de los elementos (orto elementos). Sobre esa base sería conveniente intentar una clasificación de las líneas aun no seriadas. Las variaciones producidas por los elementos isotopos parecen no tener influencia en la estructura de los espectros;

5ª El principio de selección se cumple para las líneas de la clase A con rigurosa exactitud, con las pocas excepciones que hemos mencionado. Siempre que no se cumple el principio de selección para las líneas de la clase A, existen en el mismo espectro líneas de combinación pertenecientes a la misma clase y para las cuales la variación del número cuantista azimutal es nula;

6ª La intensidad de las líneas específicas del arco se rige de acuerdo con la teoría de Bohr;

7ª Hemos establecido que la relación $\frac{A}{C}$ varía periódicamente en función del número atómico. Los mínimos de esta función corresponden a los finales de cada período: El valor de $\frac{A}{C}$ es siempre nulo para los halógenos; la curva representativa de dicha función debe ser inversa de la que represente la variación de los potenciales de ionización, una vez que estos se pueden establecer por el conocimiento de la estructura de los espectros;

8ª En la estructura de los espectros tiene también influencia el número de electrones colocados en la órbita inmediata a aquella en que están situados los electrones ópticos, lo que origina, dentro de cada columna de la clasificación periódica, la periodicidad de los valores de ciertos coeficientes espectrales. Esta circunstancia que será motivo de un análisis detenido en una próxima memoria, está íntimamente ligada al concepto de la carga efectiva del núcleo, determinada por el *efecto de ecran* que producen los electrones situados entre el núcleo y la órbita exterior.

Buenos Aires, 30 de abril de 1925.

NUEVAS NOTAS CACTOLÓGICAS

POR SPEGAZZINI CARLOS

¡Lectori salutem!

En los primeros meses de este año tuve necesidad de efectuar la ordenación del material cactológico de mi herbario y he hallado numerosas especies, que por ser críticas o nuevas, me han obligado a ocuparme de ellas con cierta atención; mas la renovación de la nomenclatura cactológica me impone elevar a la altura de los tiempos lo poco que he publicado al rededor de esta familia, así que tomé la resolución de editar el presente opúsculo, el cual, si no encierra grandes novedades, sin embargo, aclarará algunas sinonimias y corregirá varios errores en que yo había incurrido.

No dudo que los cactólogos presentes y futuros me dispensarán benévola acogida, así que quedaré satisfecho del tiempo invertido en la confección de este modesto folleto.

La Plata, 27 de agosto de 1924.

1. **Maihuenia patagonica** (Ph.) Speg. = *Opuntia patagonica* Ph., *Linnaea* XXXIII (1864), pág. 82. — *Maihuenia tehuelches* Speg., *Nov. add. ad Fl. patag.*, nº 941. — Britton & Rose, *The Cactac*, I, pág. 41, fig. 53.

Hab. Frecuente en los pedregales más áridos de los territorios de Santa Cruz, Chubut, Río Negro y Neuquen.

Obs. Los señores Britton & Rose *(l. c.)* reunieron la *Opuntia patagonica* Ph. *(articulis clavatis* praedita) con grandes artículos (26 mm long. × 12 mm diám.) y una espina poderosa (30 mm long.) acompañada de dos pequeñas (3,5 mm long.) basales con

la *Maihuenia Philippii* (Web.) Schum., caracterizada por *articulis subglobosis* (10-15 mm long. et diam.) et *aculeis paucis infirmis vix pungentibus;* comparando estos caracteres es imposible aceptar la sinonimización hecha por los monógrafos mencionados y no hay duda que la especie philippiana debe por el contrario reunirse a la *Maihuenia tehuelches* Speg., la cual, entonces, debe por el derecho de prioridad, desde ahora en adelante ser indicada con el nombre que encabeza estas líneas.

MAIHUENIOPSIS Speg. (n. gen.):

Char. Habitus pulviniformis dense botryoso-caespitosus maihueniarum, areolis paucis infossis omnibus piliferis, inferis tamen glochidiiferis, superis spiniferis v. floriferis glochidiis destitutis; flores acrogeni solitarii sessiles turbinato-rotati.

Este género es intermediario entre el género *Maihuenia,* del cual tiene todo el aspecto, por sus artículos entresoldados y no separables, y ciertas *Opuntiae* de la sección *Tephrocactus,* con las cuales comparte la posesión de algunas areolas armadas de pinceles de gloquidios como en *Opuntia glomerata* y *Op. molinensis.*

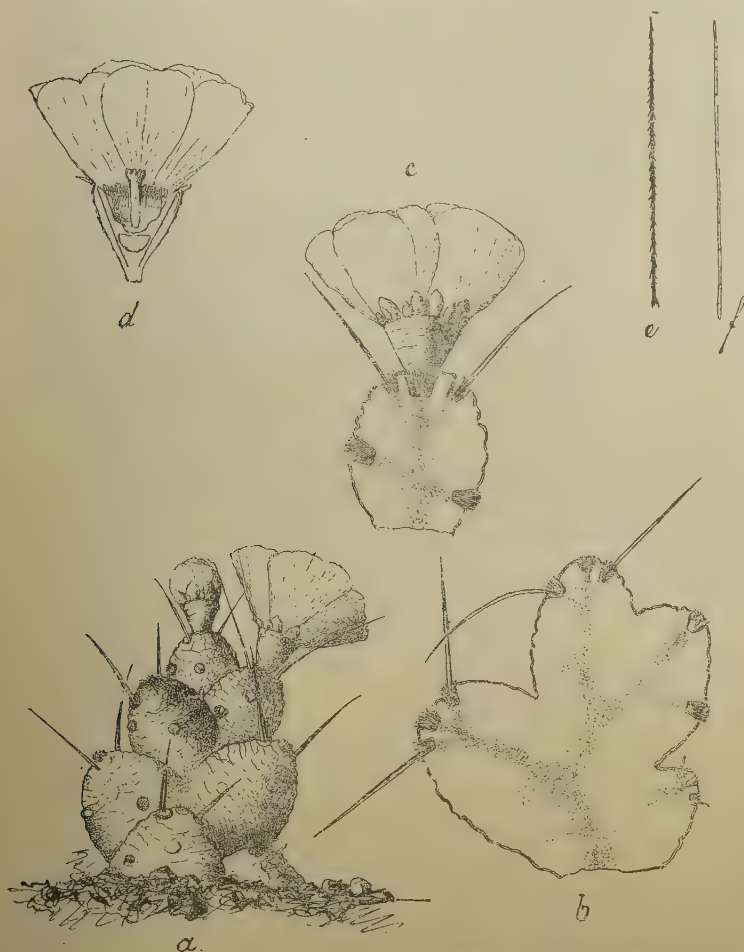
2. **Maihueniopsis Molfinoi** Speg. (n. sp.).

Diag. Dense prolifero-ramosa, pulviniformis, articulis ovato-subglobosis fasciato-difformibus continuis, non deciduis, parvis pallide viridibus, areolis paucis inordinatis, inferis penicillato-glochidiatis, duobus supremis 1-spinosis non glochidiatis, spinis validis subdivaricatis semiteretibus acutis fusco-rufescentibus; flores solitarii e foveola, inter duas subapicales spiniferas, acrogena, intus albo-tomentosa non glochidiata exsurgentes, mediocres erecti sessiles e turbinato-rotati, ovario tuboque perianthico laevi viridi, phyllis subtetrastichis, extimis parvis carnosulis viridibus concoloribus, stylo terete virescente apice capitulato-sublobulato violascente. Fructus ignotus.

Hab. En los pedregales de la Puna, cerca de Santa Catalina (3650 m s/m.), provincia de Jujuy, lg. F. Claren, 16, I, 1901 (F. Kurtz, *Herbarium argentinum,* nº 11463).

Obs. Me he hecho un deber de dedicar esta interesante especie al

joven y laborioso botánico argentino y amigo, don José F. Molfino, que tuvo la delicadeza de proporcionarme el ejemplar



Maihueniopsis Molfinoi Speg. : *a*, plantita florida $^1/_1$; *b*, sección de una penca para mostrar su estructura interna $^3/_1$; *c*, artículo florífero seccionado $^2/_1$; *d*, sección de una flor $^2/_1$; *e*, gloquidio $^{20}/_1$; *f*, pelo $^{20}/_1$.

que me ha servido para este estudio. Los artículos, o mejor dicho ramitas, son todas continuas, sin rastro de articulacio-

nes y por lo tanto no desprendibles o fácilmente separables uno de otro, como en la *Maihuenia patagonica* (Ph.); su forma por lo tanto es bastante vaga, pero se puede considerar en la mayoría de las veces como conoidea u ovalada, con extremidad más o menos redondeada (10-15 mm long. y diám.), con superficie lisa, más o menos arrugada y de color verde claro; cada artículo ofrece de 5 a 6 areolas, sobre la parte libre externa y convexa, bastante separadas unas de otras en forma de hoyito, casi cilíndrico (2-3 mm diám.), rellenas de un manojo de pelillos muy delgados blancos, 8-10 celulares, pero simples; en las tres areolas inferiores además de este manojo de pelillos sobresale un pincel de gloquidios rojizos, los que faltan del todo en las areolas superiores; los gloquidios delgados, pero duros, son rectos, cilíndricos (3-3,5 mm long., × 0,05 mm diám.), adornados de barbas retrorsas, de punta aguda y de base bruscamente aplastada y bidentada; las dos areolas inmediatamente superiores en lugar de gloquidios llevan, cada una, una espina robusta, recta o levemente arqueada hacia afuera (15-25 mm long. × 1 mm lat. bas. × 0,5 mm esp.), en la mitad inferior achatadas al vientre, convexas al dorso, en lo demás cilíndricas, córneas, aceradas, de color pardo ceniciento, con matiz rosado, más obscuras en el tercio superior. Las flores nacen solitarias en la areola apical, mayor de todas las demás, imbutiforme, acompañadas de abundante vello blanco, pero sin gloquidios, siendo sésiles y mediocres (25-30 mm long. total), hallándose acompañadas de cada lado por una areola espinífera; el ovario continuo con el tubo periántico (15 mm long. × 12 mm diám.), embutido en parte en la areola, es cónico-apeonzado, al exterior verde liso, sin areolas ni escamas, bastante carnoso, rematando bruscamente en la corona de fillos periánticos al rededor de doce, distribuídos lo más a menudo en cuatro series; los de las dos hileras externas o calicinas son verdes y carnosos, los más exteriores chicos, ovalados y agudos (3-4 mm long- × 3 mm lat.), los siguientes elipsoideos (6 mm long. × 4 mm lat.), obtusos o ligeramente mucronados, algo más pálidos; los fillos internos o petalinos dísticos son trasovados (12-16 mm long. × 10 mm lat.), de color azufre, delgados, con brillo de seda, en la parte superior redondeados, obtusos, a veces con dentículos o ligera escotadura, en la parte posterior ligeramente enangostados; los estambres

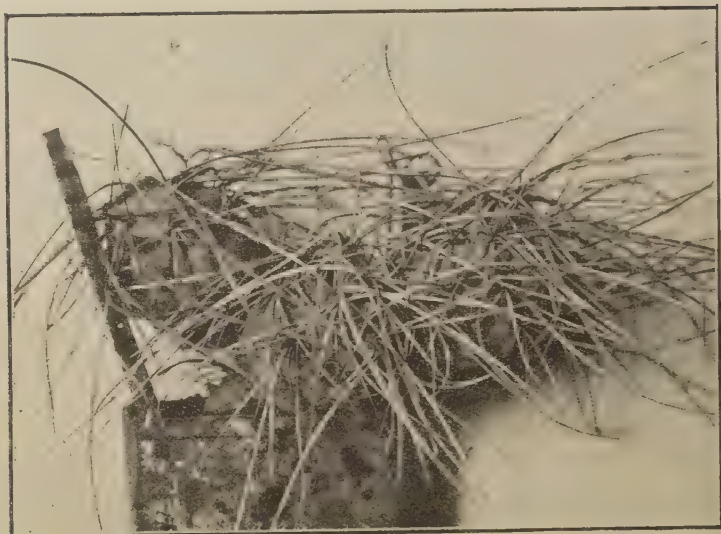
numerosos revisten toda la mitad superior interna del tubo periántico con filamentos amarillos (5-6 mm long.) y anteras lineares (1 mm long.) blanquecinas; la mitad inferior interna del tubo periántico es desnuda y lisa; el estilo casi cilíndrico u obscuramente tetrágono (8 mm long. $\times$ 2 mm diám.), es de un verde asalmonado, rematado por un capítulo casi globoso (2,5 mm diám.), con 4 a 6 papilas o lobulillos rudimentarios conniventes, de un ligero color morado. La cavidad ovárica es semiesférica pequeña, protegida por paredes carnosas que muestran un armazón imbutiforme cartilaginosa. No conozco el fruto.

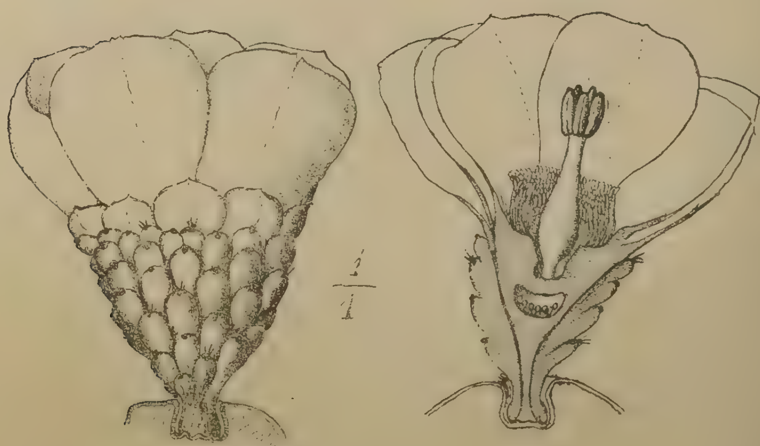
3. **Opuntia aoracantha** Lem. = Speg., *Cact. plat. tentamen*, n° 104. — Britton & Rose, *The Cactac.*, I, pág. 91.

Hab. Común y abundante en toda la región desértica y plana de las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy.

Obs. En mi opúsculo he descrito los frutos y he indicado que las flores de esta especie eran blancas; creo, pues, oportuno de dar aquí una descripción detallada de dichas flores, que no aparecen con mucha frecuencia y en el mes de diciembre.

Dichas flores crecen en la parte superior de las areolas subapicales de los artículos del año anterior, solitarias, grandes (5-6 cm diám. en el ántesis) y del todo sin olor. El ovario es apeonzado (25 mm long. $\times$ 25 mm diám. sup.), ofreciendo en su base una prolongación cilíndrica subpedunculiforme (5-6 mm long. $\times$ 4-5 mm diám.), que se halla implantada y escondida en el hoyo de la areola florífera, circundada de unos mechoncitos de pelos finos pluricelulares blancos, mezclados con algunos gloquidios; la superficie externa y visible del ovario está revestida por numerosas prominencias como escamas de un pescado, obscuramente distribuídas en 8 ó 10 series inclinadas de izquierda hacia la derecha, poco salientes, casi redondas y rematadas en su parte suprema por una areola rudimentaria, con un mucroncillo rojizo; la corola abierta es rotiforme, formada por más o menos 6 series de fillos, cuyo tamaño aumenta desde los inferiores a los superiores, siendo los más externos reniformes o semidiscoidales (5-8 mm long. $\times$ 10 16 mm lat.), sepaloides verdes carnosillos, mientras los internos bien petaloideos son anchamente trasovados (25-35 mm long.





Opuntia aoracantha Lem.

× 20-30 mm lat.) cándidos, redondeados en el borde superior, levemente angostado, cuneiformes en la mitad inferior; el disco al rededor de la base estilar forma un pocito vertical desnudo, cuyo borde superior soporta de 5 a 6 series de estambres enderezados, con filamentos (10-15 mm long.) blancos, delgados y terminados por anteras lineares (1,5-2 mm long.), amarillentas y basifixas; el estilo es cilíndrico-fusoideo (25 mm long. × 5-6 mm diám.), blanco, lampiño, rematado por una cabezuela formada de 5 lóbulos (5 mm long. × 1,5-1,75 mm grs.) lanceolados, obtusos de color verde esmeralda.

4. **Opuntia argentina** Grsb. = Britton & Rose, *The Cactac.*, I, 211.

Hab. No es rara en la región chaqueña al norte de Resistencia, especialmente en la zona comprendida entre los ríos Bermejo y Pilcomayo.

Obs. No me explico por cuál razón los señores Britton & Rose hayan seguido el criterio equivocado de Schuman, considerando como sinónimo de esta especie a la *Opuntia Hieronymi* Grsb., a pesar de haber yo rectificado tal error en mi *Cactacearum platensium tentamen*, nº 128; léase, pues, con cuidado, el diagnóstico grisebachiano de dicha *Op. Hieronymi* (que sigue inmediatamente al de la *Op. argentina*) y el lector se convencerá de inmediato de que se trata de una especie bien diferente y perteneciente a las *Platyopuntiae elatae* y tal vez no muy lejana de mi *Op. chakensis*.

5. **Opuntia atro-virens** Speg. (n. sp.).

Diag. Platyopuntia, elata, subinermis, tota obscure atrovirens, opaca; articuli infimi plus minusve subcylindracei sordide fusco-cinerascentes, areolis transversis ellipsoideis majusculis, spinis 5-15 parvis albescentibus deformibus deciduisque armatis, medii sordide atro-virentes mediocres, compressi planiusculi, areolis orbicularibus, non pulvinatis nec penicillato-glochidiatis inermibus donati, supremi oblanceolato-spathulati, sursum rotundati, deorsum cuneati atro-virides v. saepe lenissime glaucescentes, in utroque latere areolis 20-30 suborbicularibus subparvis non prominulis velutino-cinereis non glochidiatis circum circa infuscatis ornati; flores marginales, ovario clavato-elongato plus minusve obscure virente, sublaxe 10-12 subtuberculato-areolifero, areolis decurrentibus brevis-

sime subfasciculato-glochidiatis praedito; phyllis perianthicis distichis, extimis minoribus, intimis maximis late spathulatis emarginatis mucronulatisque, miniatis v. roseo-miniatis, staminibus numerosis, filamentis albo-incarnatis, antheris flavidis, stylo albo obclavulato apice capitulato-stigmatoso laciniato prasino. Fructus turbinato-pyriformis purpureus laxe glochidiato-areolatus.

Hab. En los montes de la costa del Uruguay, en la provincia de Corrientes.

Obs. Especie seguramente muy próxima a la *Opuntia prasina* Speg., de la cual se aparta especialmente por su coloración verde muy obscura, por el color rojo anaranjado de sus pétalos y más especialmente por las areolas no prominentes, que casi carecen de gloquidios, que se notan tan solo en los ovarios. Las matas de esta especie varían entre 75 cm y 1 m de altura, bien enderezadas, bastante ramosas y con una coloración general característica de un verde muy obscuro, jamás lustroso; los artículos basales son más o menos cilíndricos (20-25 cm long. × 15-20 cm diám.), pardo-cenicientos, con escasas y grandes areolas transversales (7-10 mm lat.), ovaladas o elipsoides, muy poco prominentes, llevando de 5 a 15 espinillas (5-10 mm long. × 0,5-1 mm grs.) gruesas, blanco-carnecinas, obtusas, no pinchantes, que simulan casi raicillas abortivas, pudriéndose y cayéndose bastante pronto; los artículos intermedios de color verde pardusco muy subido, a veces con vagas manchas azulejas, son elipsoideos (20-25 cm long. × 14-16 cm anch. × 3-4 cm esp.) algo irregulares, adornados en cada cara de 15 a 20 areolas orbiculares (3-4 mm diám.), planas o muy levemente salientes, careciendo de espinas y aparentemente también de gloquidios; los artículos supremos son oblanceolado-espatulados (15-20 cm long. × 5-9 cm lat. × 1 cm esp.), en la parte anterior anchamente redondeados, en la posterior cuneiformes, de bordes muy obtusos, planos en ambas caras, de color verde muy intenso, a veces ligeramente glaucos, llevando en cada cara de 20 a 30 areolas orbicular-elipsoides (2-3 mm diám.), aterciopeladas, cenicientas, no protuberantes y casi sin gloquidios. Las flores por lo general son marginales, arqueado-ascendentes, con ovario apeonzado alargado (50-70 mm long. × 15-20 mm diám.), de un verde intenso leve y flojamente subtuberculado areolífero, resultando dichos

tubérculos algo decurrentes y desprovistos de hojuela; el borde superior ovárico lleva de 7 a 8 areolas, que al contrario de las anteriores, son foliíferas y además armadas de un pincelito (aunque muy corto) de gloquidios rubios; entre cada una de tales areolas cría un fillo periántico ovalado-lanceolado verde; los fillos son de color minio, a veces con matiz rosado, dísticos, los externos menores, los internos mayores (35-40 × 30-35 mm lat.), con el borde superior redondeado, ligeramente escotado y con un pequeño mucrón; los estambres crían numerosos, con filamentos delgados cilíndricos (8-11 mm long.), blancos en la base, superiormente carnecinos, coronados por anteras (3 mm long. × 1 mm lat.) blanco-amarillentas; el estilo cilíndrico inversamente acachiporrado (20 mm long. × 3-5 mm crass.), remata en una cabezuela de 7 a 8 ramitas estigmáticas verde-esmeralda.

No he visto el fruto maduro, pero me han asegurado que es bastante jugoso, purpúreo y relativamente poco espinoso.

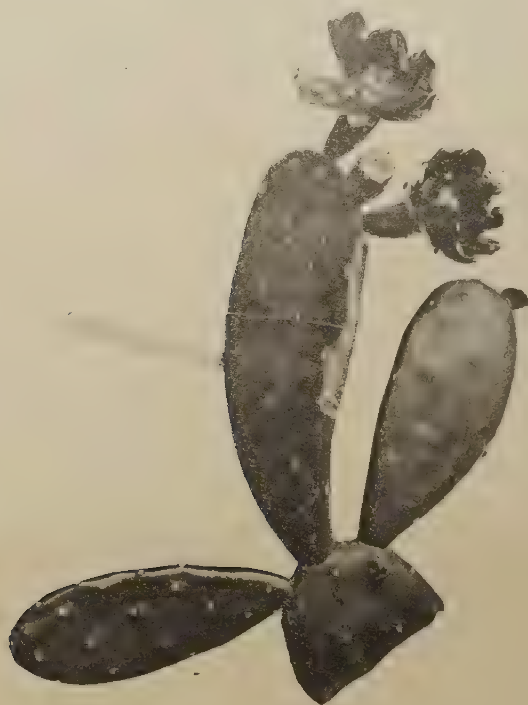
6. **Opuntia bonaerensis** Speg. = Speg., *Cont. al Es. de la Flora de la S. del Tandil*, nº 87 (1902). — Id., *Cactac. plat. tentamen*, nº 129. — Br. & R., *The Cactaceae* I, pág. 158 et IV, pág. 262. = *Opuntia monocantha* Arech. (non Haw.), *Flora Uruguaya*, vol. II, pág. 273, lám. 32, pág. 275.

Hab. En los peñascales de la sierra Peregrina, en la del Tandil, en la sierra de Curamalal y Ventana, y tal vez cultivada en los alrededores de San Nicolás.

Obs. Estoy plenamente seguro que esta especie es igual a la *Opuntia paraguayensis* Schm. (1903), como lo pude comprobar durante mi última estada en el Paraguay; tiene mucha afinidad con la *Opuntia vulgaris* Miller, de la cual se reconoce fácilmente por su color verde claro, generalmente algo amarillento y opaco, por sus artículos oblongo-trasovados muy redondeados y obtusos en la extremidad superior, espesos, por la falta absoluta de espinas en los artículos del año y del anterior, por sus flores de color naranjado subido y por fin por numerosos pincelillos de gloquidios que defienden sus frutos purpúreos, de carne vinosa y semillas casi lampiñas.

Todos estos caracteres bien marcados en la descripción primera, no permiten tampoco confundirla con la *Opuntia chaken-*

sis Speg., como lo hacen algunos autores y el lector podrá convencerse de la verdad de lo que acabo de afirmar comparando las fotografías respectivas de los tipos que me hago un deber en publicar.



Opuntia bonaerensis Speg. 1/2

7. **Opuntia chakensis** Speg. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 128.

Hab. Bastante frecuente en casi toda la región del Chaco, desde Reconquista al norte, ocurre también, pero escasamente, en Corrientes y Misiones.

Obs. No sé sobre qué criterio se fundaron los señores Britton & Rose para sinonimizar esta especie con la *Opuntia bonaerensis* Speg.; acompaño, pues, aquí, la fotografía del ejemplar original típico (que estuvo también en poder de los mencionados

autores) que podrá aclarar mayormente la aserción mía de la independencia de esta especie; sus caracteres, que considero



Opuntia chakensis Speg. $^1/_{10}$

específicos son: el color verde obscuro más o menos lustroso general, la forma netamente lanceolada de sus artículos, adel-



Opuntia chakensis Speg. $^1/_3$

gazados hacia ambos extremos, sus jóvenes areolas prominentes aterciopeladas y casi blancas y sus frutos purpúreos de carne verdosa, con areolas muy escasamente provistas de gloquidios, y las semillas densamente vellosas.

8. **Opuntia corrugata** S. D. = Britton & Rose. *The Cactac.* I, pág. 95.

Hab. Frecuente en toda la altiplanicie del valle Calchaquí, provincia de Salta y Jujuy.

Obs. En mi visita al Jardín de la Mórtola, siendo entonces su director el célebre cactólogo Alwin Berger, pude comparar un ejemplar de la *Opuntia microdisca* Web. con los de *Opuntia corrugata* S. D., cultivados en esa localidad, quedando convencido de que eran sinónimas y una no era sino una forma cultural de la otra. Actualmente conservo en mi jardín ejemplares recibidos de Bolivia con artículos bien chatos, los cuales bajo el cambio del medio ambiente se modificaron, ofreciendo ahora artículos casi cilíndricos arrugados, como los que ví hace muchos años en la Mórtola y como se describen por los autores, quedando así comprobada mi primera observación y criterio de tratarse de una sola entidad específica.

9. **Opuntia halophila** Speg. (n. sp.).

Diag. Tephrocactus, totus olivaceus, articulis cylindrico-ellipsoideis mediocribus irregulariter catenulato-tuberculatis, tuberculis constipatis series 7-9 dextrorsas constituentibus, rhomboideo-ovatis, modice prominulis, apice areola parvula impressa subvelutina cinerascente glochidiata et spinifera ornatis; spinae sordide cinereae 9-12, primo omnes subfasciculato-erectae, serius divaricato-apertae, 1-3 centrales longiores patentes, ceterae tenuiores brevioresque plus minusve adpresso-radiantes v. retrorsae; flores mediocres inodori, ex areolis subsupremis articulorum anni praecedentis enascentes, solitarii, ovario turbinato pallide viridi, dense loricato tuberculato, tuberculis minute areolatis saepeque spiniferis, perianthio rotato, phyllis 4-6-stichis, extimis parvis semidiscoideis centripete accrescentibus, intimis spathulato-obovatis maximis pallide roseis, staminibus numerosis filamentis albis, antheris linearibus basifixis flavidis, stylo cylindrico-obclavato sursum attenuato atque capitulo subgloboso e lobulis 5 stigmaticis brevibus obtusis viridibus formato coronato.

Hab. En los salitrales de los vallecitos de la sierra Pie de Palo, a lo largo del ferrocarril de Serrezuela, provincia de San Juan.

Obs. Es una especie muy próxima a la *Opuntia aoracantha* Lem., de la cual se puede distinguir fácilmente por su aspecto gene-



Opuntia halophila Speg. $^{1}/_{2}$

ral, por su coloración, por el menor tamaño de sus artículos y de sus espinas, etc.

Esta tunita forma masas bastante irregulares, de unos 15 cm de altura y diámetro; sus artículos sobrepuestos son cilíndrico-elipsoides (4-6 cm long. $\times$ 2-3 cm diám.), derechos, ligeramente adelgazados en la parte inferior, bastante redondeados en la superior, totalmente revestidos de pequeños tubérculos, dispuestos como escamas de pescado, poco salientes,

obtusos, rematados por una pequeña areola (2,5-3 mm diám.), deprimida, aterciopelada cenicienta, formada por un mechoncillo de delgados pelos pluricelulares, acompañados de 10 a 12 gloquidios córneos rojizos, y armadas de un manojo de 9 a 12 espinas mediocremente robustas, de tinte ceniciento-sucio; dichas espinas al principio forman un manojo y son todas dirigidas hacia arriba, más tarde las centrales en número de 1 a 3, más largas y robustas (40-50 mm long. × 1-1,5) están extendidas casi horizontalmente, mientras las otras mucho más cortas, delgadas y claras (10-20 mm long. × 0,3-0,5 mm esp.), son más o menos radiales y en gran parte dirigidas hacia abajo. Las flores aparecen solitarias en las areolas laterales superiores de los artículos más jóvenes, siendo de tamaño mediocre (50 mm long. y diám. al momento del ántesis); el ovario es apeonzado (25 mm long. × 20 mm diám.), con pedúnculo corto y grueso (3 mm long. × 5 mm esp.) no visible, hallándose sepultado en el hoyito de la areola florífera; la superficie externa del ovario es verde agua de mar, con 10 a 12 series de tubérculos, inclinadas de izquierda a derecha, cada una con 5 a 6 tubérculos contiguos como escamas de pescado, romboide-semidiscoideos obtusos, terminados por una areola rudimentaria, algunas de las cuales (de 7 a 12 en cada ovario) van armadas de una espina (5-10 mm long.), pardusca, enderezada o arqueada hacia atrás; los fillos periánticos son ordenados en 4 ó 5 series, los más externos pequeños semiorbiculares (4 mm long. × 8 mm lat. transv.), con frecuencia ligeramente escotados, los internos grandes (30 mm long. × 20 mm lat.), escotado-trasacorazonados en el borde superior, cuneiformes en su tercio inferior, de color blanco, levemente rosado o asalmonado; los estambres bastante numerosos nacen sobre el borde superior de la fosa periestilar, con filamentos (10-12 mm long.) blancos y anteras lineares (1,5 mm long.) amarillentas; el ostiolo en forma de frasco casi fusoideo (25 mm long. × 5 6 mm diám.), es blanco lampiño y remata en una cabezuela estigmática subglobosa formada de 5 lóbulos (5 mm long.) conniventes, espesos, obtusos, verdes. No he visto frutos.

10. **Opuntia glomerata** Haw. = *Opuntia diademata* Lem., Speg., *Cactac. plat. tentamen,* nº 105.

Hab. Muy común y abundante en la parte llana y desértica

de los alrededores de las ciudades de Mendoza y San Juan.

Obs. Es curioso que de esta especie, conocida desde tan largo tiempo, 1830, son casi desconocidas sus flores; yo no he alcanzado a verlas más que una sola vez en el mes de diciembre, en las cercanías de San Juan, y todos los numerosos ejemplares que he traído en sendas ocasiones y he cultivado en La Plata, jamás llegaron a florecer.



Opuntia glomerata Haw. $^{1}/_{2}$

Las flores aparecen en las areolas subapicales de los artículos del año anterior, siendo de tamaño mediocre (30-35 mm long. total); el ovario es cilíndrico-apeonzado (12-15 mm long. × 7-8 mm diám.) verdoso, con numerosas areolas pequeñas y decurrentes, armadas de un pincelito de gloquidios; el perianto es casi rotiforme (30 mm diám.), formado de 4 a 5 hileras concéntricas de fillos, los de las dos o tres series externas, pequeños ovalados y verdosos, los de las dos series íntimas grandes trapezoide-trasovados (12-15 mm long. y lat.) amarillos, superiormente redondeados, obtusos y a veces hasta escotados, inferiormente cuneados; los estambres numerosos, con filamentos blancos y anteras amarillentas, revisten toda la mitad superior del perianto; la mitad inferior del mismo es desnuda y lisa; el estilo blanco-amarillento cilíndrico (15-16 mm long. × 1,5-2 mm diám.) supera algo los estambres y termina en una cabezuela subglobosa de 8 a 10 lobulillos estigmáticos cortos conniventes obtusos algo más obscuros.

11. **Opuntia Hickeni** Br. & R. = Britton & Rose, *The Cactaceae* I, pág. 43. — Id., IV, pág. 255. — *Opuntia platyacantha* Speg. (non S. D.), *Cact. plat. tentamen,* nª 108.

Hab. Frecuente en toda la región de la Patagonia, entre los ríos Negro y Chubut.

Obs. No hay duda alguna sobre la correspondencia de los dos nombres arriba mencionados, como bien lo indicó el profesor W. B. Alexander.

12. **Opuntia molinensis** Speg. = Speg., *Breves notas cactol.,* nº IV. — *Opuntia Schumanni* Speg. (non Web.), *Cact. plat. tentamen,* nº 106. — Britton & Rose, *The Cact.* I, pág. 90.

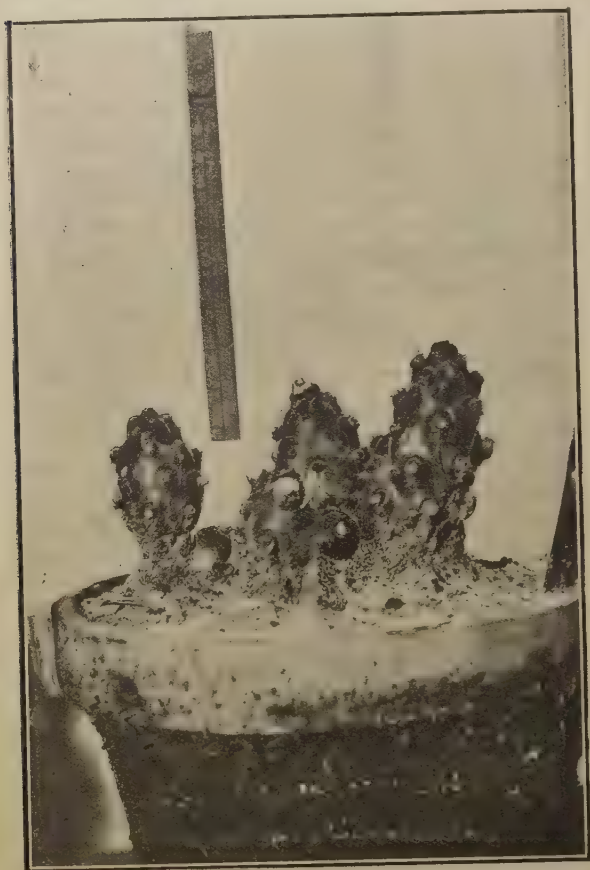
Hab. En la cuesta sumamente árida de Molinos, en el valle Calchaquí, Salta.

Obs. Esta especie tan característica no la he vuelto hallar en ninguna otra parte y los ejemplares típicos traídos a La Plata y cultivados, nunca quisieron florecer; la fotografía adjunta de los mismos dará una idea más completa de esta rara e interesante especie.

13. **Opuntia penicilligera** Speg. = Speg., *Cact. plat. tent.,* nº 127. — Britton & Rose, *The Cact.* I, 135. — Id., IV, pág. 261.

Hab. En regiones secas y áridas de toda la Pampa, alrededores de Bahía Blanca, de Toay y de Zapala.

Obs. Durante mi visita de antaño al célebre Jardín de la Mórtola



Opuntia molinensis Speg. 1/2

busqué de establecer por comparación las afinidades de esta especie y reconocí que se acercaba de un modo asombroso a un tipo allí cultivado bajo la denominación de *Opuntia spirocentra* E. & B., que según los señores Britton & Rose, no sería

más que el nombre estropeado de *Opuntia macrocentra* E. & B. originaria de Méjico.

14. **Opuntia prasina** Speg. (n. sp.).

Diag. Platypuntia, elata, subinermis: articuli infimi sordide lignicolores pergrosse laxeque areolati, medii flavescenti-virides grosse denseque areolati, inermes v. spinis 1-3 majusculis cinerascenti-albidis armati, supremi elliptico lanceolati prasini v. cupreo-virides plani, apice rotundati deorsum cuneati, dense areolati inermes, areolis omnibus non tumidis discoideis v. obovatis, penicillo valido glochidiorum subsetaceorum onustis; flores marginales erecti, ovario turbinato v. pyriformi prasino, modice laxeque areolifero subtuberculato, tuberculis decurrentibus eximie penicillato-glochidiatis, margine saepe spinuloso; phyllis perianthicis triseriatis, centripete majoribus, intimis spathulatis maximis, miniato-aurantiacis, staminibus non irritabilibus albescentibus v. incarnatis, stylo terete concolore parum longiores apice capitulo stigmatico 5-7 fido viridi coronato; fructus plus minusve turbinato-pyriformis extus vinoso-violaceo, 12-16 areolato penicillatim glochidiatus, cortice crasso intus purpureo vestito, pulpa mucilaginosa purpurea acida seminibusque lenticulari-subreniformibus mediocribus, nucleo osseo, testa longe lanata donatis farctus.

Hab. En las barrancas del río Paraná, a lo largo de la costa de la provincia de Entre Ríos.

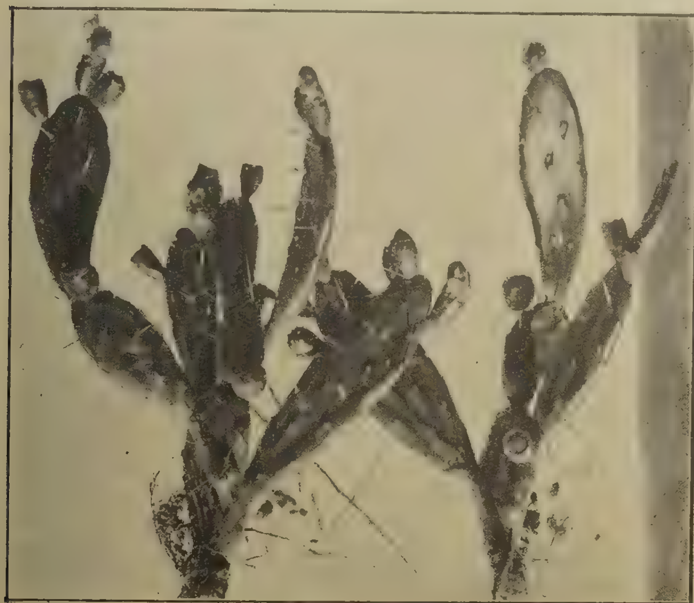
Obs. Especie muy característica, por su coloración general igual a la de las hojas del ajo-puerro y por sus enormes fillos amarillo-naranjados. Las matas son bien enderezadas, bastante ramosas, alcanzando estatura entre 1 y 1,50 m; los artículos basales son chatos (25 cm long. $\times$ 14 cm lat. $\times$ 3-4 cm esp.), de color madera sucio, con areolas esparcidas grandes (5-10 mm diám.), muy ligeramente protuberantes y sin espinas; los artículos medios ofrecen color verde amarillento, siendo chatos (22-23 cm long. $\times$ 10 cm lat. $\times$ 2,5 cm esp.) en cada cara con 24-28 areolas orbiculares o elipsoideas (6-7 mm diám.), armadas de largos pinceles (3-5 mm long.) de gloquidios ferruginosos y a veces de 1 a 3 espinas largas (10-25 mm $\times$ 0,75-1 mm), blanco-cenicientas, córneas, lo más a menudo encorvadas o torcidas; los artículos supremos ostentan color verde puerro (verde ceniciento o verde glaucescente) como los objetos de cobre oxidados y forma

elíptico-lanceolada (20-24 cm long. × 7-8 cm lat. × 10-12 mm esp.), planos, superiormente redondeados, inferiormente cuneiformes, muy obtusos en el borde, con 25 a 30 areolas para cada cara; las areolas trasovadas (3 mm diám.), poco o nada protuberantes, aterciopeladas blanquecinas, todas desprovistas de espinas; las flores son generalmente marginales sobre los artículos supremos; el ovario es trasovado o acachiporrado (50 mm long. × 9 mm lat. bas. — 20 mm lat. apic.), de color verde cobrizo, con 9 a 11 areolas algo prominentes y decurrentes pequeñas (1,5-2 mm diám.), armadas de un pincelito de gloquidios rubios y en la juventud de una hojita cilíndrica-cónica aguda pronto caduca; al borde superior del ovario suelen observarse de 7 a 8 otras areolas, foliíferas, fuertemente gloquidiadas o espinosas y entre ellas fillos más o menos pequeños, lanceolado-ovalados; los fillos petaloides son trísticos, los exteriores menores, los interiores mayores, anchamente trasovados (50 mm long. × 25 mm lat.), superiormente subcuneados enteros apiculados, de color naranja muy vivo; los estambres numerosos en varias hileras tienen filamentos cilíndricos (15 mm long.), verdosos en la mitad inferior, encarnados en la superior, con anteras casi lineares, amarillentas; el estilo es cilíndrico, inferiormente hinchado como frasco, blanco, rematado por una cabezuela estigmática de 5 a 7 lóbulos (5 mm long.) verdosos. Los frutos son trasovado-apeonzados (50-55 mm long. × 25-28 mm diám.), de color vinoso-purpúreo, con 12 a 16 areolas, no protuberantes, pero con un fuerte y largo pincelillo de gloquidios cada una; la corteza espesa (3-4 mm esp.) es purpúrea; la pulpa muy ácida, bastante jugosa, es de tinte vinoso pálido; las semillas son pocas, lenticular-arriñonadas (4-5 mm diám. × 2 mm esp.), con núcleo óseo y revestidas de vello largo y tupido.

15. **Opuntia subsphaerocarpa** Speg. (n. sp.).

Diag. Platyopuntia, elata, armata, erectiuscula, metralis et ultra, tota obscure viridis, nitidula; articuli erecti oblanceolati crassiusculi acie obtusi, utrinque plani, areolis 22-26 in quoque latere, vix gibbosule decurrentibus obovatis mediocribus cinereis, eximie rufo-glochidiatis, macula vaga atro-viridi decurrente notatis; spinae solitariae robustae erectae v. patentes teretes acutae albae v. cinerascentes rarius nullae; flores

marginales, ovario turbinato-obovato, pallide viridi sub-10-areolato, areolis protuberantibus eximie penicillato-glochidiatis, phyllis tristichis, extimis obovatis pallide flavis margine plus minusve rubromaculatis, intimis late obcordatis aureis sericeo-nitentibus, staminibus permultis irritabilibus, filamentis albo-virescentibus, antheris ochroleucis, stylo obclavatulo



Opuntia subsphaerocarpa Speg. $^1/_6$

albo, apice laciniis stigmaticis 6-7 concoloribus coronato; fructus ex hemisphaerico subglobosus, apice applanato-truncatus, extus atro-vinosus areolis 8-9 non protuberantibus sed valide penicillatim glochidiatis armatus, satis succosus, cortice crassiusculo purpureolo tectus, pulpa albo-virescente, seminibus subparvis numerosis longe denseque villosis.

Hab. Bastante frecuente en los bosques de los alrededores de Formosa y de Posadas, Misiones.

Obs. Especie que se acerca muchísimo por su aspecto a la *Opuntia chakensis* Speg., y por la forma de sus frutos a la *Opuntia*

anacantha Speg., pero que se puede reconocer y diferenciar fácilmente por su coloración general, por la forma y tamaño de sus artículos y coloración externa e interna de sus frutos, además, por los robustos y salientes pincelillos de gloquidios qué defienden todas las areolas. Las matas suelen ofrecer casi siempre una estatura mayor de un metro, enderezadas, bastante ramosas y con una coloración general de un verde vivo intenso y lustroso; los artículos bien enderezados son inversamente lanceolados, suavemente angostados hacia ambos extremos, relativamente espesos (20 cm long. × 55 mm lat. × 15 mm esp.), con bordes obtusos y caras planas, llevando en cada una de ellas de 22 a 26 areolas; las areolas son levemente protuberantes y algo decurrentes, hallándose, en dicho punto decurrente, marcadas por una mayor intensidad u obscuridad de dicha coloración, de forma trasovada (4-5 mm long. × 2,5-3 mm lat.), cenicientas y armadas de un robusto pincelito bastante saliente de gloquidios ferruginosos y lo más a menudo por una sola espina larga (15-25 mm long.) robusta, acerada, cilíndrica, blanca o cenicienta. Las flores nacen en los bordes de los artículos supremos; su ovario es trasovado (25 mm long. × 15-16 diám.) de color verde pálido, con más o menos 10 areolas planas, pero válidamente gloquidiadas; los fillos periánticos son trísticos, los externos menores son trasovados, ligeramente escotados de color amarillo pálido, con pintitas rojas al ápice, los internos son trascorazonados muy anchos (25 mm long. × 20 mm lat.), de color amarillo vivo y lustre sedeño; los estambres muy numerosos cubren todo el fondo del perianto, mucho más cortos que los pétalos (10-15 mm long.) muy sensibles, con filamentos blancos levemente verdosos y anteras blanco-amarillas; el estilo supera los estambres (20 mm long. × 5 mm anch. mayor subbasal), cilíndrico, inversamente acachiporrado, blanco, rematado por una cabezuela estigmática de 6 a 7 lóbulos (3 mm long.) blanco-verdosos; la cavidad ovárica es semiesférica (6 mm long. × 5 mm diám.) toda revestida de óvulos menos en su superficie superior. El fruto es casi globoso, con la extremidad superior cicatricial más o menos anchamente tronchada y plana (25-27 mm alt. y diám.) y la inferior bien redondeada, exteriormente liso, de color pardo-morado subido, sembrado de 16 a 19 areolas, de las cuales la mitad se hallan en el borde cicatricial superior,

no protuberantes, pero todas armadas de un fuerte pincelillo de gloquidios acanelados; la corteza es medianamente espesa (1,5 mm esp.), de color púrpura pálido al interior; la pulpa, a la madurez, es blanco-verdosa, muy jugosa, casi insípida; las semillas muy numerosas son lenticular arriñonadas, más bien pequeñas (3 mm diám. × 2 mm esp.), con núcleo pardusco y borde blanquecino, todas densamente vellosas.

Las espinas faltan en absoluto en toda la planta y sólo a veces en los individuos muy viejos aparece una que otra en las areolas de los artículos basales más viejos, siendo entonces solitarias, largas, delgadas (5-15 mm long.), débiles, achatadas o torcidas.

16. **Opuntia tuna-blanca** Speg. (n. sp.).

Diag. Platyopuntia, elata, subinermis: articuli e spathulato oblanceolati mediocres, margine obtusi, juniores plane inermes pallide subglauco virides, seniores obscuriores atque nitiduli, areolis 18-22 in quoque latere, vix prominulis glochidiorum penicillo valido exertulo rufescente praeditis in ramis vetusti quandoque spina solitaria patente debili fragili armatis; flores marginales, ovario obconico viridi subglaucescente, areolis parvis sed eximie penicillato glochidiatis circiter 12 armato, phyllis aurantiacis obovatis ornati, staminibus numerosis, stylo terete albo laciniis brevibus 8 stigmaticis flavescentibus coronato. Fructus mihi adhuc ignotus.

Hab. En las lomadas más áridas y secas de la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy.

Obs. Tengo alguna duda que ésta sea la verdadera *Opuntia Hieronymi* Grsb., pero no me atrevo afirmarlo sin una previa y prolija inspección de los ejemplares típicos si aún existieran. Es una especie arbustiva bien enderezada y bastante ramosa, de 1 m a 1,50 m de altura, con un tinte general verde pálido amarillento, a veces con ligero matiz glaucescente, tierna, jugosa, que se rompe con suma facilidad y que se puede considerar como del todo inerme; sus artículos son oblanceolados, chatos, pero relativamente espesos (12-24 cm long. × 5-9 cm lat. × 15 mm esp.), con bordes redondeados obtusos, en la juventud opacos, en la vejez algo lustrosos, siempre de ápice redondeado obtuso, de caras planas, ostentando en cada una de ellas de 18 hasta 22 areolas ligeramente prominentes

subelípticas (3,5-4 mm long. × 2,5-3 mm lat.), ceniciento-aterciopeladas, defendidas por un fuerte pincelillo de gloquidios



Opuntia tuna-blanca Speg. 1/12

acanelados y a veces en la vejez por una espina solitaria horizontal (10-30 mm long.) cilíndrica, débil, cenicienta y córnea :

en la primera juventud todas las areolas llevan una hojuela cilíndrica aguda (4-6 mm long. × 1,5 mm diám.) que cae con relativa facilidad. Las flores, bastante grandes, nacen en los bordes de los artículos superiores; su ovario es inversamente cónico (50 mm long. × 20-22 mm diám.), de color verde pálido, con reflejos glaucos, llevando cerca de 12 areolas casi redondas, más bien pequeñas (2 mm diám.), aterciopeladas cenicientas, adornadas de una hojita igual a las de los artículos jóvenes, pero de menor tamaño, acompañada de un pincelito bastante saliente de fuertes gloquidios roquizos; el periantio es rotiforme (de 9 a 10 cm de diám. cuando abierto); los fillos externos son pocos (3 + 3) subtriangulares agudos (9-10 mm long. × 8 mm lat.), carnosos, de un lindo color verde, con ancho margen hialino; los fillos medianos (3 + 3) son trapezoideos o romboideos (30-35 mm long. × 20-25 mm lat.) agudos y submucronados, verdes al dorso, amarillentos en los bordes; los fillos íntimos (de 6 a 9) son trasovados espatulados (40-45 mm long. × 25-30 mm lat.), naranjados, lustrosos como seda, acuminados o más o menos escotados; los estambres numerosos son enderezados, muy contráctiles cuando se tocan, con filamentos delgados (20 mm long.) blancos en la base, superiormente rosado-amarillentos, con anteras y polen amarillos; el estilo es cilíndrico-fusoideo (25 mm long. × 5-6 mm diám.), lampiño, blanco, rematado por una cabezuela de 8 tiritas estigmáticas, gordas, rígidas y amarillas. La cavidad ovárica es relativamente pequeña y revestida en toda su superficie interna por pequeños y numerosos óvulos. Me es desconocido el fruto.

El nombre vulgar de esta especie en el lugar de su origen es «tuna blanca».

17. **Opuntia vulgaris** Mill. = Britton & Rose, *The Cact.*, I, pág. 156.

Hab. No es rara en los alrededores de Montevideo y Buenos Aires y en las barrancas a lo largo de los ríos Paraná y Uruguay, subespontánea o cultivada.

Obs. Debo advertir que los ejemplares argentinos y uruguayos ostentan pétalos de color amarillo-naranjado subido, y jamás amarillos azufre como los que antaño ví en el Jardín de la Mórtola en Italia; a pesar de esta diferencia, no me ha sido posible comprobar otros caracteres permanentes que pudieran servir para la separación de los dos tipos.

18. **Opuntia vulpina** Web. = Speg., *Cactac. plat. tent.*, nº 126.

Hab. No es rara en las altiplanicies de Catamarca, Salta y más especialmente de la Puna de Jujuy.

Obs. Tanto K. Schumann que Britton & Rose, sinonimizan en absoluto esta especie con la *Opuntia sulfurea* Gill.; soy de opinión contraria y sostengo que deben mantenerse separadas como especies distintas, aunque muy afines, principalmente por su aspecto general muy parecido; la *Op. sulfurea* produce frutas verdes a la madurez, raramente con algún punto ligeramente teñido de rosado, siempre casi secas, con intenso olor de ananás; la *Op. vulpina* por el contrario lleva frutas (35 mm long. × 20 mm diám.) violetas, relativamente jugosas y sin olor específico; las semillas en ambas especies son lampiñas y, cuando frescas, con ligeras areolas mucilaginosas.



Opuntia vulpina Web. $^{1}/_{20}$

19. **Cereus azureus** Parm. = Schm., *Gesamtbesc. der Kakt.*, pág. 118. — Britton & Rose, *The Cactac.* II, pág. 15. — *Cereus Bonplandi* Speg. (non Parm.), *Cactac. plat. tentam.*, nº 25.

Hab. En las selvas del Chaco del norte entre los ríos Bermejo y Pilcomayo.

Obs. Esta especie que parece bastante rara fué en el *Cactacearum platensium tentamen,* clasificada erróneamente como *Cereus Bonplandi* Parm. (que aun no me consta que exista en territorio argentino), pues entonces no había podido conseguir sus flores. Aquí, pues, me hago un deber de dar la descripción detallada de los ejemplares estudiados por mí:

Es una tuna arbustiva rastrera o semitrepadora que rara vez alcanza 1,50 m de altura; sus ramas son radiantes cuando están en contacto con el suelo, casi cilíndricas (25-35 mm diám.), las viejas de color ceniciento glauco y las jóvenes intensamente glauco-azules no lustrosas; las costillas son 5 muy obtusas (10-15 mm diám.), levemente onduladas, separadas por surcos muy angostos y agudos ligeramente flexuosos; las areolas túmidas, al principio casi dentiformes, más tarde aplanadas, son redondas (4-5 mm diám.), en la juventud vestidas de vello enderezado rosado, en la vejez casi lampiñas cenicientas, siendo las depresiones que las separan marcadas por una línea transversal olivácea doblada hacia atrás y más o menos decurrente por los lados; las espinas, en los primeros tiempos castañas, en seguida ferrugíneas y por fin cenicientas, típicamente son 6, una central derecha robusta y más larga (40-50 mm long.), las otras 5 radiales de más o menos 20 mm de long., exceptuada la ínfima mucho más breve de 5 mm de long. Las flores pleurógenas, al momento del ántesis miden 10 cm long., siendo infundibuliformes generalmente poco expansas, absolutamente lampiñas y sin olor; el ovario es cilíndrico-elipsoide (20-25 mm long. $\times$ 12-15 mm diám.), casi truncado en ambos extremos, verde-glauco, separado del tubo por una ligera constricción e irregularmente marcado por 1 a 3 pequeñas protuberancias de escamas abortivas; el tubo periántico es cilíndrico, de color verde pálido, salpicado de manchas vagas glaucas, recorrido por 4 ó 5 surcos longitudinales rudimentarios y adornado de 1 a 3 escamas, lo más a menudo apenas marcadas; los fillos del perianto permanecen siempre enderezados, los externos, gradualmente más largos, subcarnosos, de color oliváceo-morado, trasovado-espatulados de ápice obtuso, limitados por un margen muy angosto blanquecino, los internos polísticos petaloideos blancos oblanceolado-espatulados (25-30

mm × 7-9 mm lat.), de margen finamente denticulado-subfimbriado, terminan en un mucrón muy pequeño; los estambres muy numerosos nacen y revisten la mitad superior del tubo periántico hasta la base de los fillos, con filamentos lampiños (10-15 mm long.) y anteras lineares (3-3,5 mm long.) blanco-amarillentas, llenas de polen de igual color; el estilo cilíndrico (65 mm × 2 mm) es blanco-verdoso, lampiño, liso y termina en 9 ó 10 tiras estigmáticas (10 mm long.) blanquecinas; el fruto es elipsoide (40-45 mm long. × 25-30 mm diám.), superiormente truncado y cicatricoso, perfectamente liso, sin escamas o con sólo 1 a 3 rudimentarias y casi no aparentes, todo de color rosado o morado-purpúreo, con frecuencia un poco glaucescente, salpicado de numerosos puntitos pálidos bien separados; la corteza es espesa (3 mm); la pulpa es blanca, compacta, sinuoso-granulosa, poco jugosa; las semillas son mediocres (2 mm), en forma de casco romano, lisas.

20. **Cereus chalybeus** Otto = Britton & Rose, *The Cactac.*, II, pág. 16.

Hab. En varios puntos de las provincias del litoral, Buenos Aires, Entre Ríos, Santa Fe etc.

Obs. Esta especie antiguamente era bastante frecuente, pero actualmente con el mayor cultivo de los campos, ha casi del todo desaparecido; existe aún en cierta cantidad en la isla de Martín García. El fruto es globoso-ovalado (40-45 mm × 35 mm), lampiño, liso, inferiormente redondeado, apenas umbilicado, superiormente casi conoide, con pocas y ligeras arrugas radiales al rededor de la cicatriz periántica, de color amarillo o casi anaranjado, de corteza espesa (4 mm esp.), relleno de pulpa casi carnosa blanca, más o menos jugosa y dulce; las semillas negras, casi en forma de casco romano, son algo comprimidas (2 mm × 1,25 mm × 0,75 mm), todas recubiertas de pequeñas y tupidas papilas obtusas.

21. **Cereus dayami** Speg. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 14. — *Cereus dayamii* Br. & R., *The Cactac.* II, nº 11.

Hab. Bastante frecuente en todo el Chaco, desde Reconquista al norte.

Obs. Me veo obligado a citar esta especie para rectificar la denominación específica mía alterada por los señores Brit-

ton & Rose; el nombre específico es el mismo qué le dan los indios Tobas, es decir, *dai-amí*, que significa «comida de loros».

22. **Cereus platygonus** Speg. = Speg., *Cact. plat. tentamen*, nº 15.

Hab. No es raro en la región septentrional del Chaco y en la parte oriental de Misiones.

Obs. Como he hecho notar en mis *Breves notas cactológicas*, nº 5. no creo que deba aceptarse el nombre de *Cereus argentinensis* Br. & R. En el año 1907, durante mi exploración al través de Misiones, he hallado ejemplares con flores y frutos; no habiendo en la descripción original descrito este último órgano, aprovecho esta ocasión para darlo a conocer.

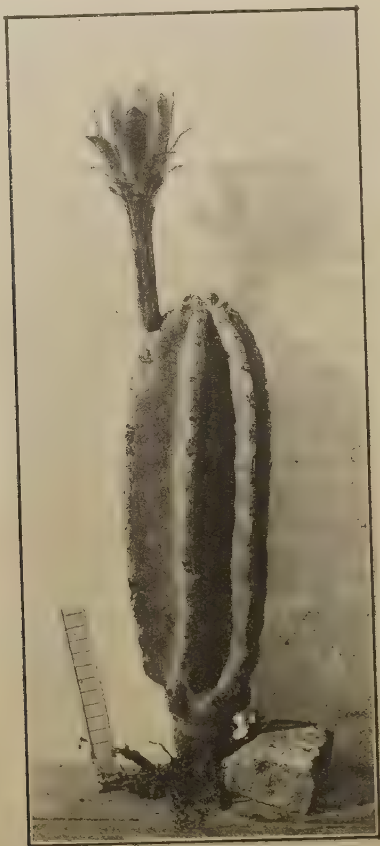
La baya es elipsoidea (50-60 mm long. × 40-45 mm diám.), inferiormente redondeada, superiormente trunca, con disco cicatricial angosto, levemente cóncavo, sin escamas, totalmente liso, de color amarillo algo encarnado como los damascos *(Prunus armeniaca)*, abriéndose longitudinalmente por 3 ó 4 hendeduras; corteza gruesa (4 mm esp.), por dentro amarillenta; pulpa blanca o blanco-hialina, jugosa, dulce; semillas negras, casi reniformes bastante grandes (4 mm long. × 3 mm diám.), densa y menudamente papiloso-ásperas.

23. **Cereus roseiflorus** Speg. (n. sp.).

Diag. Arboreus, parce adscendenti-ramosus, herbaceo-viridis, innovationibus concoloribus; costae 6, lineares subtenues, acie rotundato-obtusae non v. vix crenatae, basi leniter dilatatae, lineis transversis nullis, sinubus acutis limitatae; areolae orbiculares, valide hemisphaerico-pulvinatae, modice distantes, velutino-cinereae, spinis saepius 3, centrali infera majore, lateralibus abbreviatis; flores glaberrimi infundibuliformes majusculi, ovario viridi 6-9 obsolete squamato, tubo flavescenti-viridi valide longitudinaliter 8-9 sulcato, obsolete 3-4-squamato, periantii phyllis externis spathulatis non apiculatis deorsum viridibus sursum purpureis, internis oblanceolatis apiceque acutiuscule rotundatis pulchre intenseque persicinis, staminibus inclusis filamentis albis antherisque carneis, stylo stamina aequante terete virescenti-albo, laciniis stigmatibus numerosis coronato; fructus ovatus succosus, sordide livescens laevissimus.

Hab. En las quebradas algo despejadas a lo largo del arroyo de las Tunas, cerca de Fracrán, Misiones.

Obs. Es una especie muy próxima al *Cereus dayamí* Speg., de la



Cereus roseiflorus Speg. $^1/_5$

cual se aparta por una estatura mucho menor, por las costillas de las ramas muy achatadas, por sus flores de un hermoso color rosado intenso y por los frutos más cortos y de color morado.

Los troncos son columnares derechos (4-5 m alt.), en la parte

inferior casi cilíndricos (20-25 cm diám.), superiormente con 2 ó 3 ramas ascendentes arqueado-paralelas, todas de color verde hoja vivo, sin rastro de glaucescencia, tampoco en los renuevos tiernos; las costillas en los ejemplares examinados fueron siempre 6, de lados achatados y casi paralelos y sólo suave y levemente engrosadas en su mitad inferior (35 mm alt. × 10 mm esp.) netamente separadas por un surco longitudinal agudo, de filo redondeado, obtuso, liso o muy levemente almenado, sin líneas transversales; las areolas muy convexas redondas (6 mm diám.), cenicientas, casi aterciopeladas, en los renuevos de los últimos tres años se hallan separadas por espacios de 20 a 25 mm; las espinas no existen en los renuevos muy jóvenes, en las demás partes son siempre 3, de las cuales la mayor es inferior (5-10 mm long.) y las laterales menores (5-6 mm long.), cilíndricas, ligeramente conoides, no bulbosas en la base, agudas, de color ceniciento sucio, las flores inodoras nacen solitarias y casi apicales de las areolas superiores de los renuevos, enderezadas de unos 20 cm de longitud; se abren después de la puesta del sol y duran abiertas una sola noche; su ovario es cilíndrico-subgloboso (20 mm long. × 17 mm diám.), de color verde hoja vivo, hallándose salpicado de 6 a 8 escamitas casi abortivas; el tubo periántico es cilíndrico (70-75 mm long.), con 5 a 9 surquillos longitudinales, más o menos marcados, acompañados de 3 a 5 escamillas muy poco desarrolladas, todo verde amarillento; el periantio (80-90 mm long.) ofrece fillos externos espatulados casi carnosos muy obtusos (15-20 mm lat.), en la base y dorso verdes, al ápice purpúreos y sin mucrón; los internos o pétalos verdaderos son oblanceolados (20-25 mm lat.), de punta más o menos aguda o redondeada, finamente denticulados o fimbriados, con pequeño mucrón, y todos de un hermoso color rosado claro (flor de durazno), algo más apagados en los íntimos; los estambres muy numerosos revisten las tres cuartas partes superiores del tubo periántico, todos igualmente distribuídos, con filamentos lampiños (10-15 mm long.), blancos y anteras lineares (2,5-3 mm long.) carnecinas; la parte íntima y desnuda del tubo periántico es algo ensanchada y forma como una cámara nectariana al rededor de la base del estilo; el estilo verde-blanquecino, casi iguala al conjunto de los estambres y remata en 5 ó 6 lóbulos, cada uno partido en 2 ó 3 (en total de 14 a 18 ramitas) tiri-

llas cilíndricas delgadas (20 mm long.), de color crema. El fruto es globoso-ovalado (6-7 cm long. y diám.), de color morado, liso, bastante carnoso, pero poco jugoso, dulce y comestible.

24. **Leocereus paulensis** Speg. (n. sp.).

Diag. Saepius simplex virgatus erectus, pallide virens, non nitens, 13-16-costatus, costis fere semicylindricis, sinubus acutis separatis, acie obtuse rotundatis, non v. vix undulato depressis inter areolas, areolis parvis orbicularibus pulvinulatis velutinis fusco-cinereis, spinis typice 11 omnibus gracilibus primo lutescentibus dein fusco-subcinereis rigidulis, quarum 1 centrali erecta maxima crassiore recta v. sursum lenissime incurva, caeteris radiantibus 3 plo 4-plove brevioribus tenuioribusque; flores pleurogeni subcampanulati incurvo-adscendentes, extus virides dense squamoso-lanati, phyllis tristichis brevibus vinoso-purpureis, staminibus infinitis non exertis, filamentis albis, antheris sordide purpureo-violaceis, tubum perigonialem totum obtegentibus, stylo terete elongato exerto inferne purpureo superne pallescente laciniis stigmaticis 10-12 longiusculis roseis v. albidis coronato. Fructus ignotus.

Hab. En los peñascales, al rededor de la estación Raíz da Serra del ferrocarril entre Santos y São Paulo, Brasil, 29 de diciembre de 1914.

Obs. Especie muy interesante y que no parecía rara en la localidad mentada, cuando sin flores muy parecida al *Trichocereus Spachianus,* pero pronto reconocible cuando lleva sus lindas flores purpúreas. Los individuos vistos variaban de 0,80 a 1 m de alto por 5 a 6 cm de diámetro, la mayor parte simples y enderezados, rara vez recostados en el suelo (caídos ?), todos de un lindo color verde-hoja pálido, no lustrosos, recorridos por 13 o 15 costillas longitudinales derechas no interrumpidas; dichas costillas son casi semicilíndricas (7-10 mm lat. bas. × 5-6 mm alt.), separadas por un surco agudo y ofreciendo un filo muy redondeado obtuso; las areolas son numerosas, medianamente acercadas (5-7 mm dist.), subhemisférico-orbiculares (3-3,5 mm diám.), casi aterciopeladas, de color pardo ceniciento, armadas (las típicas) de 11 espinas; todas las espinas son de color amarillo ceniciento sucio, más bien débiles,

casi setuliformes, pero bastante duras y rígidas, siendo la central mayor (30-35 mm long. × 0,75 mm diám.), muy enderezada y con frecuencia levemente encorvada hacia arriba; las demás radiantes, casi paralelas a la circunscripción del tallo, más cortas, delgadas (7-10 mm long. × 0,3-9,4 mm esp.). Las flores nacen de las areolas del tercio superior del tallo, siendo campanulado-imbutiformes o campanuladas (60-70 mm long. × 30 mm diám. ad fauc.), al exterior verdes, revestidas de numerosas escamas linear-triangulares, calloso-acuminadas, las del ovario chicas y muy acercadas, las del tubo periántico tanto más grandes y espaciadas cuanto más superiores, todas provistas en la axila de un mechón de largos pelos encrespados cenicientos, acompañados de una que otra delgada cerdilla; el ovario es más o menos subgloboso (15 mm long. y diám.); el tubo perigonial inversamente cónico (35-40 mm long.) termina bruscamente en una corona de 2 ó 3 hileras de fillos de color borra de vino o purpúreo-morado, anchamente lineares (20-25 mm × 6-8 mm lat.), en la parte inferior nada o muy poco adelgazados, en el tercio superior suave y paulatinamente angostados acabando en punta obtusa; los estambres muy numerosos tapizan toda la superficie interna del tubo periántico, no sobresaliendo, ofreciendo largos filamentos delgados (15-20 mm long.), lampiños y blancos, terminados por anteras basifixas lineares (5 mm long. × 1-1,25 mm lat.) purpúreas con conectivo blanco; el estilo bastante saliente del periantio (60 mm long. × 1,5 mm diám.) cilíndrico, en sus tres cuartos inferiores es morado, en el cuarto supremo leve y paulatinamente pálido y engrosado, rematando en un manojo de 10 a 12 tirillas estigmáticas largas y delgadas (10 mm long. × 0,4 mm esp.), rosadas o blancas; la cavidad ovárica es casi semiesférica, con la base redondeada y toda revestida de óvulos y la extremidad superior tronchada y desnuda. No he visto frutos.

25. **Trichocereus pasacana** (Web.) Br. & R. = Speg., *Cact. platens. tent.*, nº 33.

Hab. Común en todas las altiplanicies y cuestas de montaña de las provincias de Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy.

Obs. En mi opúsculo he cometido el gran error de confundir esta especie, de la cual, entonces, aún no había visto las flores, y



Trichocereus pasacana (Web.) Br. & R. $^{1}/_{10}$

sinonimizarla con el *Trich. Terschecki,* siendo dos especies perfectamente distintas y autónomas.

El *Trich. pasacana* es una especie exclusivamente alpina, pues jamás la he visto vegetar a una altura menor de 1000 metros sobre el mar, pudiendo llegar hasta 3500 metros sobre el mar, como en el Nevado de Cachi; su estatura varía mucho con la altitud, pues en los puntos más elevados sólo llega a 1 metro ó 1,50 de alto, en las partes menos elevadas (Tafí) llega a medir hasta 5 metros; en las zonas más elevadas se conserva por lo común simple, mientras en las bajas con frecuencia se ramifica, pero sus ramas acercadas al eje principal y paralelas; el diámetro va de 30 a 50 centímetros, y los indígenas utilizan su esqueleto leñoso interior todo perforado y reticulado para la construcción de viviendas, siendo las tablas de hasta 3 centímetros de espesor, duras, resistente y que no necesitan clavos, manteniéndose firmes con solas ligaduras de tientos. Cuando vivo, puede reconocerse de la otra especie, no tan sólo por su menor estatura y mayor corpulencia, sino también por sus costillas más numerosas, de 20 a 30, por las espinas que caen y desaparecen en las partes inferiores viejas, las que en las areolas floríferas se transforman en mechones de largas cerdas blanquecinas; las flores son, además, mucho menores, no superando los 10 centímetros de longitud total.

26. **Trichocereus Terschecki** (Prm.) Br. & R. = Speg., *Cact. plat. tentamen,* nº 33.

Hab. Es el gran «Cardón del Valle», que jamás supera los 1000 metros sobre el mar; se distingue fácilmente del *Trich. pasacana* (Web.) por su porte más esbelto, por su mayor estatura, de 6 a 12 metros, por el menor número de costillas, limitadas de 10 a 14, por sus espinas rectas y más largas (en el valle Calchaquí las mujeres las utilizan para tejer medias) y todas iguales, que jamás toman aspecto cerdiforme y por fin por sus flores mucho más grandes, de un tamaño de 20 a 22 centímetros de largo total.

La descripción que figura en l. c., fuera de las tres primeras líneas, se refiere exclusivamente a esta especie y fué hecha sobre un hermoso ejemplar que crecía en una colina de La Viña, del valle de Lerma, Salta.

27. **Echinopsis leucantha** (Gill.) Walp., var. *brasiliensis* Speg.

Diag. E globoso subcylindracea, robusta, pallide viridis, 13 costata, sinubus angustis acutis, costis rectis modice elevatis non v. vix crenatis, acie rotundatis, areolis tumidulis velutinis cinereis, spinis validis rigidis acutis, centrali saepius solitaria obtuse tetragona praelonga sursum leniter incurva cinereo-atra, periphaericis 6-7 radiantibus cormo adpressis teretibus gracilioribus rectis sordide cinereo-carneis; flores majusculi infundibuliformes ex areolas laterales superiores enascentes, arcuato-adscendentes, ovario ovato virescente densiuscule squamuloso-villoso, tubo terete elongato sensim dealbato laxe squamato, squamis triangulari-linearibus subulato-mucronatis ad axillam cinereo-barbatis, phyllis tristichis candidis oblanceolatis, apice obtusiuscule acutatis minute mucronulatis, staminibus pernumerosis non exertis, partem dimidiam superam tubi perigoniali vestientibus, filamentis tenuibus albis, *antheris violaceis,* stylo tubum perianthicum aequante terete albo in capitulo stigmatico e laciniis linearibus 15 concoloribus constituto producto. Fructus mihi ignotus.

Hab. En los peñascales de los alrededores del puerto de Santos, Brasil, Dec. 1914.

Obs. Variedad que se aparta del tipo por sus espinas radiantes relativamente cortas y carnecinas y por las flores más chicas y delgadas. El cormo es casi cilíndrico (15 cm alt. × 10 cm diám.) todo de un lindo color verde hoja nueva, pálido no lustroso; las costillas son 13, separadas por surcos muy angostos (10-15 mm prof.), de paredes casi perpendiculares, redondeadas y obtusas en el filo, sin ondulaciones o sumamente rudimentarias; las areolas bastante acercadas (10-12 mm dist.) son discoidales (5 6 mm diám.) convexas, aterciopeladas, cenicientas; las espinas en cada areola típicamente son 8, de las cuales 1 central mayor (50-70 mm × 1,5 mm esp.), obtusa pero claramente tetrágona, algo encorvada hacia arriba, levemente bulbosa en la base, rígida, dura, acerada, de color ceniciento, parda en seco, negruzca cuando húmeda; de las demás periféricas la suprema a veces falta, otras veces se asemeja a la central, algo enderezada y a veces hasta encorvada, pero dos o tres veces más corta, tetrágona y parda, las restantes son bien radiantes, casi paralelas a la circunscripción del tallo, rectas, (10-20 mm long. × 1 diám.) cilíndricas, de color carnecino o

rosado-ceniciento con punta acerada más obscura; las flores nacen de las areolas del tercio supremo del cormo siendo infundibuliformes sigmoideo ascendientes de 16 centímetros de largo por 25 a 30 milímetros de diámetro en las fauces; el ovario es elíptico (15 mm long. × 10 mm diám.), de color verde, revestido de muy numerosas escamillas triangular-lineales agudas, cada una con un largo mechoncito de pelillos blanco-cenicientos en la axila; el tubo periántico (10 cm long. × 8 mm diám. bas. = 20-25 mm diám. apic.) salpicado de pocas y espaciadas, escamas triangulares y alargadas, terminadas en mucrón largo, calloso, agudo, llevando un pincel de pelos en la axila, es verdoso pálido en la mitad inferior para volverse paulatinamente blanco en la mitad superior; los fillos triseriados son de un blanco puro, lanceolado-lineares (30 mm long. × 7-8 mm lat.), terminando en punta relativamente obtusa y terminada por un mucroncillo; los estambres muy numerosos revisten toda la mitad superior del tubo periántico, con filamentos blancos (10-15 mm long.) y anteras purpúreas con conectivo blanco, lineales (2,5 long. × 1,25 lat.); el estilo es cilíndrico (10 cm lon. × 1,5 mm diám.), blanco, rematado por un manojo de 15 tirillas estigmáticas (10-12 mm long.) verdosas. No he visto frutos.

28. **Lobivia Bruchi** Br. & R. = Britton & Rose, *The Cactac.* III, 50.

Hab. Es bastante frecuente en las altas serranías (desde 1000 hasta 2500 m s/m) de Tucumán, Salta y Jujuy.

Obs. He coleccionado ejemplares de esta especie en Piedrapintada (Tucumán), en Pampa Grande (Salta) y en Pumamarca (Jujuy); todos los ejemplares traídos a La Plata tuvieron mucha dificultad para florecer y murieron poco después sin fructificar. Los cormos al principio son globoso-subcilíndricos, pero criando aumentan mucho más en diámetro que en altura apareciendo entonces deprimidos, alcanzando hasta 60 centímetros de diámetro por 30 centímetros de altura; en la juventud tienen alrededor de 20 costillas que con la edad aumentan a más de 50 El color general es de un lindo color de hoja más o menos subido, a veces con un ligero tinte azulado; las costillas son anchas (15 mm), separadas por surcos profundos y agudos, redondeadas en el filo (8-10 mm esp.) alternadamente algo engrosadas debajo de cada areola; las areolas basales son menores y re-

dondas (3-4 mm diám.), las superiores elipsoides y grandes (6-15 mm × 4 mm) situadas en el fondo de cada ondulación de las costillas, aterciopeladas, en la juventud blancas, con la edad cenicientas; en el lado inferior de cada areola, en la primera edad, se observa una giba más o menos desarrollada, según los individuos, y separada generalmente con una finísima lineita de color más obscuro transversal más o menos marcada y aparente; las espinas varían desde 10 hasta 30 para cada areola, de las cuales 4 centrales más robustas (20-80 mm long.) siendo la ínfima la mayor de todas, algo bulbosas en la base, rígidas, al principio todas enderezadas, después más o menos abiertas; las demás son radiantes, lo más a menudo recostadas, a veces casi entretejidas, gráciles, casi setuliformes, derechas o ligeramente flexuosas, lampiñas, en los primeros tiempos rubio-rosadas, después, las marginales blanquecinas (con base rojiza), las restantes rojizas con la parte apical casi hialina.

Las flores, más bien pequeñas, nacen al borde de la depresión superior central, por lo común en grupos de 3 a 5, al estado de botón apeonzadas y cubiertas de lana densa, larga, cenicienta; en el ántesis se vuelven tubuloso-imbutiformes (25 mm long. × 20 mm de diám.); el ovario ovalado (5 mm long. × 3 mm lat.) y el tubo periántico son de color verde-rojizo pálido revestidos de brácteas muy adherentes, triangular, alargadas, agudas, llevando en la axila un mechón de vello muy largo (7-14 mm long.) ceniciento; los fillos rojos lampiños oblanceolados (10 mm long. × 3 mm lat.) son de ápice generalmente escotado, con un pequeño mucrón saliente; los estambres revisten toda la superficie interna del cortísimo tubo periántico con filamentos blancos y anteras amarillentas; no hay anillo velloso en la base; el estilo cilíndrico, liso, lampiño (15-16 mm long.) blanco verdoso, remata en un grueso capítulo estigmático formado de 5 lóbulos, cada uno con 2 ó 3 incisiones más o menos profundas, teñidos en verde pálido; la cavidad ovárica tiene fondo y superficie superior desnudas, cubriendo los óvulos todas las paredes como un anillo. No conozco el fruto.

29. **Lobivia hyalacantha** Speg. (n. sp.).

Diag. Cylindracea, apice modice rotundata, erecta, valida, viridi-cinerascens, opaca, 12-16 costata, costis rectis parum elevatis valleculis latis in fundo acutiusculis separatis, acie subobtu-

siusculis non v. vix subcrenatis, areolis alternis majusculis ellipsoideis sordide velutino-cinereis, spinis 12-20, 1-4 centralibus longioribus patentibus v. retrorsis, caeteris radiantibus flexuosulis, omnibus setuliformibus, non v. vix pungentibus,



Lobivia hyalacantha Speg. 1/4

primo ochroleucis dein hyalinis pellucidis; flores in parte cormi suprema sublaterales mediocres, leniter arcuato-adscendentes, extus inferne densissime loricato-squamati, sursum laxe, squamis basifuge sensim relaxatis ac majoribus, omnibus eximie grosseque calloso-mucronatis atque pallide viridibus, ad axillas villo sordide cinereo barbatis, phyllis aureis late obovato spathulatis apice rotundatis non v. vix denticulatis mu-

cronatisque, intus annulo basali villoso destitutis, staminibus valde numerosis tertios duo superos tubi perianthici obtegentibus, filamentis virescentibus, antheris pallide flavis, stylo terete albo, stamina longe superante apice 15-fido, laciniis longiusculis tenuibus primo albis dein leniter carneis. Fructus ignotus.

Hab. Entre las grietas de las rocas de las colinas del valle de Piedra Blanca, Catamarca.

Obs. Los individuos estudiados por mí eran todos cilíndricos (25-35 cm alt. × 9-10 cm diám.), moderadamente redondeados en la punta, de color verde ceniciento apagado, jamás lustroso; las costillas en número de 12 a 16 son bien verticales, anchas y de poca altura (16-20 mm anc. bas. × 5-10 mm alt.), se hallan separadas por surcos anchos y poco profundos, ofreciendo un filo relativamente redondeado y obtuso bastante tumido debajo de cada areola; las areolas alternas orbicular-elipsoides (4-7 mm long. × 25-30 mm lat.), se hallan separadas por espacios mayores que ellas (10-15 mm dist.), siempre más o menos aterciopeladas y cenicientas, llevando cada una de 12 a 20 espinas, de las cuales de 1 a 4 son centrales y superiores, al principio horizontales, más tarde más o menos retrorsas o descendientes más largas (30-35 mm long. × 0,25-0,30 mm esp.) y las demás más o menos radiantes y más cortas (10-15 mm long. × 0,20-0,25 mm esp.), todas setuliformes, blandas flexibles, agudas y rectas, al principio rubias o blancas, más tarde incoloras y transparentes. Las flores nacen de los lados supremos del cormo, siendo levemente encorvado-ascendentes, al tiempo del ántesis imbutiformes, midiendo 10 a 12 centímetros de largo por 8 centímetros de ancho a la garganta; el ovario es casi cilíndrico (20 mm long. y diám.), al exterior verde, densa y fuertemente tuberculoso-escamoso, continuándose, después de una muy ligera estrangulación, en el tubo periántico del mismo color apeonzado o inversamente cónico (3-5 cm long.) revestido al exterior de numerosas escamas triángular-alargadas con mucrón largo, agudo, calloso, amarillento, llevando todas estas escamas un largo mechón de vello castaño, y aumentando basífugamente de tamaño hasta transformarse en fillos; los fillos son trísticos, de un lindo color de oro, los externos más angostos y carnosos, los internos anchamente trasovados (25-30 mm long. × 18-20 mm. lat.)

con el borde superior redondeado, a veces levemente denticulado y poco o nada mucronado; los estambres revisten la mitad o los dos tercios superiores del tubo periántico, siendo muy numerosos, con filamentos delgados (20-22 mm long.) lampiños verdosos y anteras amarillentas; no existe ningún anillo basal de cerdillas; el estilo es cilíndrico, mucho más largo que los estambres (60-65 mm long. × 1,5 mm diám.) blanco, rematado en un estigma de 15 tirillas (15 mm long. × 1 mm esp.) blancas o de un ligero tinte de salmón. Los fillos y los estambres son insensibles. No he visto frutos.

Especie muy próxima a la *Lobivia oreopepon* Speg.; se acerca también mucho a la *Lobivia Pentlandii* (Hook.) Br. & R. y a la *Lobivia longispina* Br. & R.

30. **Lobivia oreopepon** Speg. (n. sp.).

Diag. Subgloboso-ovata, elata, fere tota olivascenti-cinerascens, opaca, oblique 19 costata, costis latis sinu acuto separatis, acie acutiusculis vix subcrenulatis, areolis alternis ellipsoideis majusculis, sordide velutino-cinereis, spinis 12-20, centralibus 1-5 longioribus adscendentibus v. patentibus rectis, caeteris subinordinate radiantibus subflexuosis, omnibus fere setuliformibus subfragilibus vix pungentibus, primo sordide succineis serius albescentibus; flores ad marginem superum cormi enascentes mediocres recti erecti, inferne dense acuteque squamosi villosique, superne glaberrimi, phyllis aureis anguste spathulatis mucronatis, intus annulo villoso basali plane destitutis, staminibus infinitis tubum totum obtegentibus, filamentis ex albo chlorinis, antheris cremeis, stylo non exerto sed stamina superante cylindrico, apice stigmatice 15 laciniato, laciniis modice elongatis albis. Phylla et stamina non irritabilia. Fructus adhuc ignotus.

Hab. Frecuente en las grietas de los peñascos de las montañas de los alrededores de Cacheuta, Mendoza.

Obs. El nombre vulgar de esta especie es « Melón de la sierra ». El cuerpo de esta tuna es globoso-ovalado, midiendo el ejemplar típico, cuya fotografía acompaño, 20 centímetros de altura por 30 centímetros de diámetro; recuerdo, sin embargo, haber visto muchos otros ejemplares que alcanzaban proporciones mucho mayores, conservando siempre más o menos la misma forma; el color general es de un verde aceitunado gri-

sáceo desprovisto de todo lustre; llevan alrededor de 18 a 20 costillas longitudinales, lo más a menudo con ligera torsión hacia la izquierda: las costillas se hallan separadas por surcos lisos y relativamente agudos, siendo bastante anchas (50 mm de base por 25 mm de alt.), de filo relativamente agudo y sólo módica y alternadamente algo tumefactas debajo de cada areo-



Lobivia oreopepon Speg. 1/1

la; las areolas alternas, grandes, elipsoideas (8-10 mm long. × 4-6 mm lat.), son separadas por espacios dobles que ellas (20-25 mm dist.), al principio cortamente aterciopeladas grisáceas, después parduscas y casi peladas, llevando cada una de 12 a 20 espinas, de las cuales 1 a 5 centrales enderezadas, rectas, ascendientes u horizontales, más largas (50-70 mm long.) y las demás más o menos radiantes más cortas (20-35 mm long.), todas delgadas (0,3-05 mm esp.) relativamente blandas flexibles, frágiles, casi setuliformes, al principio amarillentas o ligeramente rosadas semitransparentes, más tarde grisá-

ceas opacas; las flores nacen de las areolas del borde superior enderezadas, rectas, antes del ántesis revestidas de denso vello pardoceniciento y punta desnuda rojiza; después de desarrolladas dichas flores son apeonzadas con 90 a 100 milímetros de largo por 28 a 35 de diámetro; su ovario es globoso (15 mm de alto y ancho), cubierto de numerosas escamas muy adherentes agudas, vellosas en la axila; el tubo periántico algo más angosto del ovario en la base (10-12 mm diám.), va paulatinamente ensanchándose basífugamente (30-35 mm diám.) también fuertemente escamoso y velloso y las escamas triangular-alargadas agudas se transforman al margen superior en fillos, siendo tanto el ovario como el tubo verdes en su superficie externa; los fillos se hallan distribuídos en 4 series, los de las dos externas bastante carnosos, lineares, muy agudos (20-30 mm long × 3-4 mm lat.) verde-rojizos al dorso y mucronulados, casi espinulosos en la punta, los internos oblanceolado espatulados (30-35 mm long. × 15-16 mm lat.) de color amarillo-anaranjado, con punta casi tronchada, ligeramente denticulada con un largo y fuerte mucroncillo pardo rojizo; los estambres revisten toda la superficie interna del tubo periántico, el cual carece en absoluto del anillo velloso basal, siendo muy numerosos con filamentos enderezados (15-18 mm long.) lampiños verdosos y anteras lineares (2,5 mm × 1 mm) de color crema o carnecinas; el estilo cilíndrico (50 mm long. × 2 mm diám.) blanco supera los estambres y remata en 15 tirillas estigmáticas (7-8 mm long.) de igual color; el olor es nulo y los fillos y estambres no son irritables o muy poco. No conozco el fruto.

Especie muy próxima a la *Lob. hyalacantha* Speg. de la cual se aparta por la forma del cormo, por sus espinas más robustas y menos transparentes, por los fillos más angostos casi tronchados, brusca y fuertemente mucronados; por otra parte, se acerca también a la *Lob. longispina* Br. & R. (de la cual no se conocen las flores) y a la *Lob. Pentlandi* (Hook.) Br. & R., de la que se diferencia por costillas más almenadas y fillos rojos.

31. **Malacocarpus Straussianus** (Schm.) Br. & R. = K. Schm., *Gesamtbes. der Kakt., Nachtr.* 1898-1902, pág. 90 — Br. & R., *The Cact.* III, pág. 201.

Hab. En colinas pedregosas en la localidad denominada Los Berros, Prov. de San Juan.

Obs. Voy a dar una descripción nueva de esta especie, particularmente de sus flores por haber alguna diferencia entre mis ejemplares y los descritos por Schumann. Cormos más o menos globosos (10-15 cm alt. y diám.), de color verde ceniciento más o menos subido según la edad, nunca lustrosos, con 13 costillas moderadamente onduladas y obtusas; las areolas son orbicular-elipsoides (5-6 mm long. × 4-5 mm lat.), cenicientas, aterciopeladas, llevando cada una típicamente 15 espinas robustas, fuertes, rígidas, pardo-ferrugíneas, aceradas, rectas o levemente encorvadas hacia arriba, no bulbosas en la base, de las cuales, tres centrales más largas (25-30 mm long. × 0,75-1,25 diám.) y las demás periféricas más cortas (10-20 mm long.) más o menos arramilletado-radiantes; las flores nacen al borde superior del cormo, enderezadas y relativamente pequeñas midiendo al ántesis 25-28 milímetros de longitud; el perianto al exterior está revestido de escamitas densas y aplicadas, triangular-lineares, a veces con un pequeño mucrón negruzco, llevando en la axila un largo mechón de vello ceniciento y un manojo de 5 a 9 espinillas casi setuliformes, agudas, pardo-rojizas; los filos internos son de color bronce lustrado o amarillo-carnecino, linear-oblanceolados (15 mm long. × 2,5 mm lat.) de punta acuminada acabada en mucroncillo negruzco; los estambres numerosos revisten toda la superficie interna del corto tubo perigonial con delgados filamentos (7 mm long.) blanco-amarillentos y anteras lineares (1,5 mm long × 0,40 mm lat.) amarillas; el estilo cilíndrico (18-20 mm long. × 1,5 mm diám.), blanco remata en 10 pequeñas ramitas estigmáticas (2,5 mm long.) amarillentas.

El *Malacocarpus catamarcensis* (Speg.) Br. & R., como el *Malacocarpus* (Echinocactus) *sanjuanensis* Speg., no son, tal vez, más que variedades de esta especie, de la cual se diferencian por las espinas mucho más delgadas y flores más grandes.

32. **Parodia brasiliensis** Speg. (n. sp.).

Diag. Subglobosa, subcaespitosa, parva, pallide viridis, 15-costata, costis eximie sinistrorsis, valide coniceque mammillato-tuberculatis, areolis in mammillis acrogenis orbicularibus parvis velutino-ochraceis, spinis 11-13, quarum 1 centrali rufe-

scente erecta v. subretrorsa elongata valida apice eximie uncinato-recurva, ceteris radiantibus horizonthalibus gracilibus setuliformibus ochroleucis v. albis subhyalinis, apice rectis; flores turbinato-subcampanulati pauci subfasciculati, ex umbilico centrali cormi exsurgentibus, extus virescenti-rubescentes, dense squamoso-villosi, setulis adpressis tenuibus praelongis rufescentibus adspersi, phyllis extimis candidis, stylo albo non exerto terete capitulo 10-15 fisso violaceo coronato.



Parodia brasiliensis Speg. 1/1

Hab. Entre los peñascales a lo largo del Ferrocarril cerca de Santos, Brasil, diciembre 1914.

Obs. Los cormos son casi globosos (30-40 mm alt. y diám.) moderadamente aplanado-umbilicados en la parte superior, generalmente (a lo menos con la edad) 3-5-cespitosos, con una cámara hueca (10 mm diám.) interna, ofreciendo una linda coloración verde-hoja pálido; en su superficie ostentan 15 costillas o, mejor dicho, hileras de tubérculos (casi como ciertas Mammillarias), fuertemente torcidas de derecha hacia la izquierda; estos tubérculos son bien cónicos (4 mm lat. bas. × 2-3 mm alt.) terminando, bastante obtusos, en una areola redonda convexa

(1-1,5 mm diám.) cubierta de un cortísimo vello acanelado; en cada areola se observa una espina central cilíndrica, al principio enderezada, después más o menos inclinada hacia atrás, relativamente gruesa, ferrugínea y terminada en punta doblada hacia abajo (7-10 mm long. × 0,3-0,4 mm diám.) y otras 8 ó 10 periféricas radiantes recostadas contra el tallo, más cortas, muy delgadas (4-5 mm long.), derechas y de punta recta, blanquecinas o ligeramente amarillentas casi transparentes; las flores nacen en grupos de 3 a 4 en el hoyo apical, siendo campaniformes o apeonzadas (25 mm long.), al exterior revestidas de tupidas escamillas triangular-lineares de color verde pálido, con punta y a veces bordes rojizos, que aumentan paulatinamente de tamaño, llevando en sus axilas un mechón de largos pelillos cenicientos y de 1 a 3 cerdillas ferrugíneas rectas, largas (5-10 mm long.), delgadas y recostadas; los fillos coronan bruscamente el perianto, ordenados en 2 ó 3 hileras, siendo de forma oblanceolada (12-15 mm long. × 3,5-4 mm lat.) de punta cuneiforme aguda, muy delicados, blancos o ligeramente rosados; los estambres muy numerosos revisten toda la pared interna del corto tubo periántico, con filamentos (5-6 mm long.) delgados blancos y anteras lineales (1,25 mm long.) amarillas; el estilo es cilíndrico (12 mm long × 1,5 mm diám.) lampiño, blanco, rematado por un pincel de 10 a 15 tiritas estigmáticas lineares (3-4 mm long.) de color violáceo más o menos subido; el ovario es obcónico (5 mm long. × 3 mm diám.) con la superficie interna de las paredes enteramente cubiertas de pequeñísimos óvulos; no he hallado el fruto. Especie muy linda que a primera vista recuerda bastante el *Malacocarpus tabularis*.

33. **Frailea caespitosa** (Speg.) Br. & R. = Britton & Rose, *The Cactaceae* III, pág. 211. — *Echinocactus caespitosus* Speg., *Cact., plat. tent.*, nº 62 (I, 1905). — *Malacocarpus apricus* (Arech.) Br. & R., *loc. cit.*, III, pg. 192. — *Echinocactus apricus* Arech., *Flora Uruguaya*, vol. 2º, pág. 205 (III, 1905).

Hab. Entre las hendeduras de los peñascos en las lomadas de los alrededores de Montevideo.

Obs. He tenido que exponer toda la sinonimia arriba apuntada para aclarar el derecho de prioridad de las especies descritas por mí; el trabajo de Arechavaleta, aunque al pie del frontis-

picio lleve la fecha 1901, realmente es posterior al trabajo mío (Cactacearum platensium tentamen, 19 enero 1905), habiendo salido a la luz recién en abril de 1905, como queda comprobado por las citas que en él se hacen de mi publicación (pág. 204, *Echinocactus pygmaeus* Speg., y págs. 286 y 289, *Opuntia Arechavaletai* Speg.). Establecida así la prioridad, queda afianzada mi afirmación de que el *Echinocactus caespitosus* lleva como sinónimo al *Echinocactus apricus* Arech.; Britton & Rose, desgraciadamente, no conociendo estos hechos hacen figurar dos veces la misma especie en géneros diferentes.

34. **Frailea pulcherrima** (Arechav.) Speg. = *Echinocactus pulcherrimus* Arechav., *Flora Urug.*, 2°, pág 222. — *Malacocarpus pulcherrimus* (Arech.) Br. & R., *The cactac.*, III, pág. 194.

Hab. En las colinas pedregosas de la localidad llamada Paso de los Toros del territorio montevideano.

Obs. Esta especie es una verdadera *Frailea* (como lo indica ya Arechavaleta comparándola con el *Echinocactus pumilus* Lem. y con el *Echin. Schilinzkyanus* Haag. j., *loc cit.*, pág. 224), diferenciándose de la *Frailea Grahliana* Haag. j., tan sólo por ofrecer mayor número de costillas y flores (tal vez?) mucho más grandes; digo dubitativamente *tal vez?* porque el profesor Arechavaleta tuvo generalmente la costumbre de publicar las fotografías de sus cactáceas muy aumentadas; en esta ocasión, además, se olvidó no sólo de indicar el tamaño real de las flores sino también el color de los estigmas, que en los ejemplares vistos por mí, si mal no recuerdo, eran amarillento-blanquecinos.

Esta especie se acerca de un modo notable a la *Frailea Odieri* (Lem.) Speg. (*Echinocactus Odieri* Lem., Schm., *Gesamtb. d. Kakt.*, pág. 412), que se aparta por tener los tubérculos del cormo más marcados y además por los estigmas purpúreos.

35. **Gymnocalycium** Pfeiff. = Britton & Rose, *The Cactaceae* III, 152.

Hab. Este género es peculiar de la América del Sur, casi desde la orilla norte del Estrecho de Magallanes, especialmente en las regiones montañosas, no faltando, sin embargo, tampoco en la llanura.

Obs. Esta agrupación ofrece una infinidad de formas que hacen sospechar sea la existencia de un cierto número de tipos poli-

morfos en evolucion, sea de un sinnúmero de híbridos intermediarios; este último caso sería muy explicable por la gran afinidad que se observa en general entre las especies, y por ser todas flores entomófilas, siempre visitadas por Dípteros sírfidos, por Lepidópteros noctuelídeos y más especialmente por numerosas especies de Abejas silvestres.

Hasta ahora la clasificación propuesta para la mayor parte de las especies es aún bastante aleatoria, con excepción de unas pocas, hallándose basada lo más a menudo sobre caracteres del cormo, sujeto a múltiples variaciones accidentales, locales e individuales, caracteres que en sendos casos son los únicos que se han podido estudiar porque en los invernáculos y jardines de los abundantes cactófilos y escasos cactólogos, no siempre se ha llegado a obtener el desarrollo de las flores; no hay duda que hay necesidad del estudio prolijo de dichas plantas en su misma patria y mejor en estado espontáneo, para analizar dichas flores con prolijidad y con un plan común, para poder así recopilar materiales comparables y utilizables.

Aquí, precisamente, voy a iniciar el ejemplo, desafiando el criterio de los que me tildan de demasiado difuso y prolijo *(melius abundare quam deficere)*, y al publicar algunas formas que considero indescritas, sea por haber sido incluídas indebidamente por falta de diagnósticos suficientemente detallados, sea por haberse, por la misma causa, confundido con otras aparentemente más o menos próximas. Ruego, pues, a los que quieran ocuparse de tal tópico, que en la descripción de las flores no olviden de darnos los datos siguientes:

1° Longitud total de las flores al momento del ántesis;

2° Forma, longitud y diámetro del ovario al exterior;

3° Longitud del tubo periántico y su coloración interna;

4° Número, forma y tamaño de las escamas periánticas;

5° Coloración, longitud y latitud absoluta y relativa de los fillos externos e internos;

6° Inserción de los estambres en una sola hilera continua o en dos hileras, una inferior periestilar y la otra superior hipofillica, separadas por una zona anular desnuda; color de los filamentos y de las anteras;

7° Longitud del estilo relativa a la inserción de los estambres (formas macrostílicas, mesostílicas o braquistílicas); coloración;

8° Número de lóbulos estigmáticos y su coloración.

La clave dicotómica que sigue, se refiere a todas las especies conocidas o nuevas de este género que he tenido entre manos y que he podido estudiar completamente con toda precisión y cuidado:

1. Flores deorsum:
   Hemisphaerico-rotundati, ovario plane imperspicuo
   Gymnocalycium Saglionis Cels.
   Cuneati, ovario plus minusve sed semper manifesto 2.

2. Stamina:
   Totum perianthii tubum vestientia; lobuli stigmatici 5-8 3.
   Eximie disticha, infera basin styli cingentia, cetera supera ad fauces tubi periantiici magis numerosa 4.

3. Ovarium floris totius longitudinem:
   Fere dimidiam aequans; stigmatis lobulis sulfureis
   Gymnocalycium denudatum (L. & O.)
   Vix quintam attingens; stigmatis lobulis albis
   Gymnocalycium platense (Speg.)

4. Stigmatis lobuli:
   5-8 5.
   10-15 8.

5. Ovarium totius floris longitudinem:
   Tertium superans 6.
   Tertium non aequans 7.

6. Flos:
   60 mm longitudine; ovarium 28 mm long.
   Gymnocalycium leptanthum Speg.
   40 mm longitudine; ovarium 15 mm long.
   Gymnocalycium Damsi (Schm.).

7. Flores:
   35-40 mm long.; petala purpurea 15-18 × 5-6 mm; stylo roseo-purpurascente *Gymnocalycium Baldianum* Speg.
   55 mm long.; petala albo-rosea 30-35 × 5-6 mm; stylo albo-virescente *Gymnocalycium Kurtzianum* (Grk.) Br. & R.

8. Flores :

Maximi 80-90 mm long.; petala alba; ovarium quartum totius floris long. aequans; stigmat. lobulis 10.
Gymnocalycium chubutense Speg.

Mediocres 70 mm long.; ovarium quartum totius floris longit. non attingens. 9.

9. Stylus :

Brevis ; stigma tantum stamina infera aequans v. vix superans. 10.

Elongatus ; stamina infera longe superans, saepeque supera etiam. 13.

10. Ovarium :

Turbinatum crassum, a tubo perianthico coarctatione plus minusve perspicua limitatum; flos ad 70 mm long. 11.

Cylindricum, pedicelliforme, cum tubo perianthico continuum: flores 60 mm non superantes. 12.

11. Tubus perianthicus :

Brevis, petalis fere triplo brevior; filamentis, stylo stigmateque albis. *Gymnocalycium Mostii* (Grk.) Br. & R.

Mediocris, petala dimidia aequans; filamentis styloque violaceis; antheris et stigmatibus ochroleucis
Gymnocalycium loricatum (Speg.).

12. Pars perianthii stipitiformis :

Elongata, dimidiam longitudinem floris aequans v. superans; flos totus 60-70 mm long.
Gymnocalycium Schickendantzi (Web.).

Abbreviata, tertium longit. floris tantum attingens; flos parvus, 35-40 mm long. *Gymnocalycium Stuckerti* Speg.

13. Petala tubo perianthico :

Duplo breviora (20 × 12 mm); pars perianthii infera cylindracea vix turbinata. *Gymnocalycium brachypetalum* Speg.

Aequilonga v. longiora; pars perianthii infera obconico-turbinata. 14.

14. Petala 30 mm long. :

Superantia; stylus staminibus superioribus longior.
Gymnocalycium gibbosum (Haw.).

Breviora; stylus stamina supera non aequans. 15.

15. Ovarium totius perianthii:
Tertium constituens, subcylindrico-turbinatum. *Gymnocalycium stellatum* Speg.
Quintum tantum constituens. 16.

16. Ovarium:
Ovatum crassum extus coarctatione clare manifesta a tubo perianthico limitatum *Gymnocalycium multiflorum* (Hk.).
Turbinato-subcylindraceum, cúm tubo perianthii extus plane continuum *Gymnocalycium parvulum* Speg.

36. **Gymnocalycium Baldianum** Speg. = *Echinocactus Baldianus* Speg. *Cact plat. tent.* nº 86. — *Gymnocalycium platense* Br. & R., *The Cactac.* III, 163-4 et fig. 178.

Hab. Bastante raro en las cuestas pedregosas de los alrededores de Ancasti, provincia de Catamarca.

Obs. Britton y Rose, sin motivo expreso ni plausible, reunieron esta especie con el *Gymnocalycium platense* (Speg.), dando. además, la reproducción de la fotografía del tipo bajo el número 178; se ve que los mencionados autores, absorbidos y tal vez mareados por la colosal tarea emprendida, no han tenido tiempo de leer con cuidado los detalles que he publicado en mi opúsculo (nº 86) al respecto.

Esta especie se aparta del *Gymnocalycium platense* (Speg.) por tener flores de una tercera parte más chicas, con menor número de escamas al exterior, por los fillos petaloideos purpúreos y una mitad menores, y sobre todo por los estambres siempre y muy claramente dísticos; además: el estilo violáceo con 6 lóbulos estigmáticos amarillentos, supera la serie estaminal inferior, pero alcanza tan sólo la mitad de los filamentos de los estambres superiores.

37. **Gymnocalycium brachypetalum** Speg. (n. sp.).

Diag. Cormus teres erectus, obscure viridi-glaucescens, costis 13, undulato-gibbosis, sinu profundiusculo acuto flexuoso separatis, tuberculis triangulari obovatis, antice subtruncato-rotundatis, inferne acutiuscule acute prominulis; areolis ellipticis impressis vix cinereo-velutinis, 5-7 spinosis, spinis tereti-attenuatis, gracilibus rigidis, omnibus plus minusve divaricatis radiantibus, saepius leniter sursum incurvis mediocribus, primo

flavescentibus subsquamuloso-pruinulosis, serius fusco-cinereis subglabris subangulatisque; flores submarginales longe angusteque infundibuliformes extus viridi-glaucescentes laxissime squamulosi, ovario e terete subfusoideo in tubo perianthico aequilongo producto, phyllis late obovatis acutiusculis, candidis, staminibus numerosis distichis, filamentis albis, antheris ochroleucis, stylo e virescenti albo superne laxe grosseque papilloso, lobulis stigmaticis 12 concoloribus coronato, stamina suprema superante.

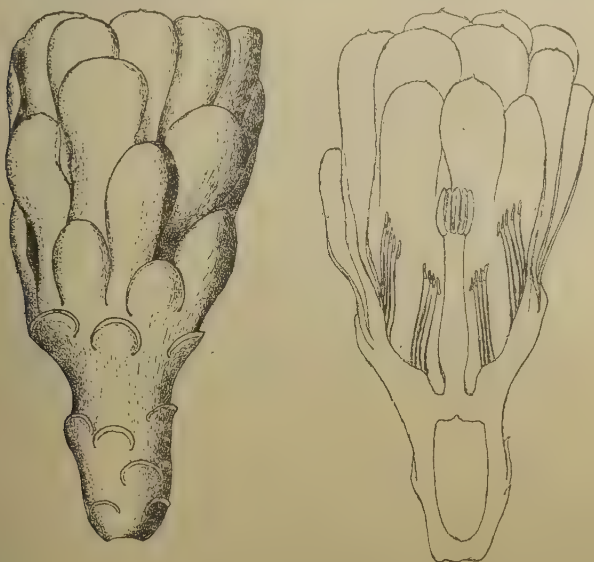
Hab. En las lomas y barrancas del río Negro, en los alrededores de Carmen de Patagones.

Obs. Especie o variedad intermediaria entre el *Gymnocalycium gibbosum* y el *Gymnocalycium chubutense,* con los cuales comparte el carácter de la macrostilia, es decir, que los lóbulos estigmáticos alcanzan y a veces sobrepasan las anteras de los estambres supremos, diferenciándose de ambas por el notable alargamiento del ovario y tubo periántico que toman en conjunto un aspecto casi pediceliforme y por la relativa brevedad de los fillos petaloideos.

El cormo es casi cilíndrico (8-10 cm long. $\times$ 6-7 cm diám.), de color obscuro algo glaucescente, con 13 costillas verticales separadas por surcos bien marcados aunque no muy profundos, agudos, ondulados y formadas por tubérculos más o menos destacados trasovado-triangulares (10-12 mm long. $\times$ 15 mm lat.), anteriormente subtruncado-redondeados, posteriormente acabados en un diente o jorobilla aguda; las areolas son longitudinalmente elipsoideas (6 mm $\times$ 3 mm), algo hundidas, revestidas de un vello muy corto ceniciento; las espinas son de 5 a 7 en cada areola, todas radiantes (5-25 mm long.), cilíndricas, rígidas, agudas, con frecuencia algo encorvadas hacia adelante, jamás bulbosas en la base, en la juventud amarillentas, cubiertas de una cortísima pubescencia casi escamosa, con la edad cenicientas y lampiñas; las flores nacen casi al borde de la convexidad superior del cormo, siendo alargadas (55 mm long.) y derechas, al exterior verde-glaucescentes, adornadas de una docena de escamas más o menos semiorbiculares, muy distantes entre sí y distribuídas en tres hileras espiraleadas, aumentanto paulatinamente de tamaño de abajo arriba; el ovario es casi cilíndrico-fusiforme (20 mm long. $\times$ 9 mm diám.), prolongándose superiormente en un tubo periántico apeonzado

(20 mm long. et diám.), violáceo al interior acabado de improviso de una densa corona de fillos periánticos tupidos y empizarrados de los cuales los internos son los más largos y anchos (20 mm long. × 12 mm lat.) trasovados bastante agudos, blancos; los estambres forman dos grupos, el inferior separado del superior por un angosto (4 mm long.) anillo lampiño, ofreciendo todos filamentos blancos y anteras lineares amarillentas; el estilo (22 mm long.) es cilíndrico, levemente fusiforme, en la mitad inferior verdoso y liso, en la superior blanco, salpicado de ralas y pequeñas papilas, rematando en un estigma de 12 lobulillos blancos que alcanzan o sobrepasan las anteras de los estambres supremos.

38. **Gymnocalycium chubutense** Speg. = *Echinocactus gibbosus*, var. *chubutensis* Speg., *Nov. add. ad Fl. patag.*, nº 936. — *Echinocactus*



Gymnocalycium chubutense Speg. Flor 1/1

gibbosus DC., var. *leonensis* Cels, Speg., *Cactac. plat. tent.* nº83, c.

Hab. Bastante frecuente en toda la región desértica de los territorios de Santa Cruz y del Chubut.

Obs. Es fuera de duda que esta especie ofrece mucha afinidad con el *Gynocalycium gibbosum* DC., de la cual, sin embargo, se aparta a primera vista por su coloración general y por el mucho mayor tamaño de sus flores; en los individuos jóvenes las areolas carecen de espina central, la que se halla bien desarrollada en los de mayor edad; las flores llegan a medir hasta 90 milímetros de largo total; su color externo es el verde cobrizo obscuro, con las escamas semidiscoidales algo rojizas, ribeteadas de un angosto borde blanquecino; el ovario supera (30 mm long.) la tercera parte de la longitud total de la flor; el tubo periántico es relativamente corto (20 mm long.); los fillos periánticos intermedios son los mayores (40 mm long. × 15 mm lat.) pero más obtusos, mientras los íntimos resultan más cortos y agudos, todos de color blanco; los estambres son dísticos pero separados por un anillo angosto (4-5 mm lat.), lampiño, todos con filamentos blancos y anteras amarillentas; el estilo blanco supera las anteras de los estambres supremos con sus 10 lóbulos estigmáticos pálidamente amarillentos.

39. **Gymnocalycium Kurtzianum** (Gürke) Br. & R. = Britton & Rose. *The Cactac.* III, 163. — *Echinocactus Kurtzianus* Gürke, *Monatsschr. f. Kakt.*, nº 4, pág. 55, 1906.

Hab. En las lomas más áridas y secas de los alrededores de la ciudad de Córdoba.

Obs. Los ejemplares míos se apartan algo de la descripción de los tipos por menor número de costillas (9 a 10 solamente), por las espinas algo más cortas (15-20 mm long.) y las flores algo menores (55-60 mm long. total), los que ofrecen la característica de los fillos más internos de ser más angostos (30-35 mm long. × 5-6 mm lat.) que en cualesquiera de las especies próximas: su color es blanco con tendencia al verde rosado en la parte dorsal; el tubo periántico, en su parte basal interna, tiene color remolacha colorada; los estambres son claramente dísticos, con filamentos blanquecinos y anteras amarillentas; el estilo (15 mm long.), con sus 8 lóbulos estigmáticos (en todo 20 mm long.), alcanza la mitad de la altura del grupo de estambres superiores.

40. **Gymnocalycium leptanthum** Speg. = *Echinocactus platensis* Speg. var. *leptantha*, Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 84, c. — Britton & Rose. *The Cact.* III, pág. 163, fig. 176.

Hab. En las colinas secas y pedregosas de los alrededores de Cosquín, provincia de Córdoba.

Obs. Después de un prolijo examen de mis notas y dibujos analíticos de las flores de esta especie, me he convencido que constituye un tipo y una especie autónoma bien diferente, por lo



Gymnocalycium leptanthum Speg. 1/1

cual he resuelto separarla del *Gymnocalycium platense* (Speg.) y proclamarla como entidad específica independiente, por las razones que voy a exponer:

Las flores ofrecen un aspecto general bien diferente como, podrá comprobarlo el lector, comparando la reproducción fotográfica del tipo de esta especie (Br. & R., *loc. cit.*, fig 176) con la del lado, nº 177 (Tip. *Gymnocal. platense*), donde verá el ovario sumamente alargado pediceliforme; además se agrega que

los estambres son constantemente dísticos y el estilo blanco, rematado por 6 lóbulos estigmáticos concolores, sólo alcanza a la mitad de los filamentos de los estambres superiores.

41. **Gymnocalycium loricatum** (Speg.) Speg. = *Echinocactus loricatus* Speg., *Cact. plat. tent.*, n° 81. — *Gymnocalycium Spegazzinii* Britton & Rose, *The Cact.* III, 155.

Hab. En las cuestas pedregosas del valle de Lerma, en los alrededores de La Viña, Salta.

Obs. Reivindico el nombre que he aplicado a esta especie, pues si antaño ha existido otro *Echinocactus loricatus* Poselger (1853), éste, desde 1858, había ya pasado a otro género, *Coryphantha,* o se hallaba indicado como *Mammillaria* desde 1837. No hay, pues, peligro de homonimia y puede quedar el nombre específico que yo le he dado.

42. **Gymnocalycium Mostii** (Gürke) Br. & R. = Britton & Rose, *The Cact.* III, pág. 158, tab. XVII, fig. 2. — *Echinocactus Mostii* Gürke, *Monatsschr. f. Kakt.,* n° 1, pág. 11 (1906).

Hab. En las barrancas del río Primero, en los alrededores de la ciudad de Córdoba.

Obs. Me veo en la necesidad de dar una descripción de mis ejemplares, porque habiendo ellos resultado todos jóvenes, se apartan algo del tipo de Gürke. Los cormos son todos más o menos globosos, bastante achatados, tanto en la parte superior como inferior (50 mm alt. × 90 mm diám.), con depresión superior nula o apenas marcada, de color verde hoja intenso, a veces con un ligero matiz glaucescente; las costillas son de 9 a 10, cada una formada por uno o dos tubérculos solamente, bien separados uno de otro (25-30 mm long. × 20-22 lat.), los cuales ofrecen una parte anterior obtusa redondeada y la posterior achatada lateralmente y prolongada en forma de gruesa joroba o diente; los areolas son apenas salientes subhexágono-orbiculares (6 mm diám.), revestidas de vello pardusco; las espinas de cada aréola son 6 radiantes, recostadas sobre el tubérculo, agregándosele con la edad, a veces, una central enderezada, todas cilíndricas o muy ligeramente angulosas (15-25 mm long.), robustas, rígidas, aceradas, ceniciento-rosadas, a veces subtransparentes hacia la punta. Las flores son bastante grandes (70 mm long.) y nacen de las aréolas subcentrales al exte-

rior verdes, revestidas de numerosas y gruesas escamas más o menos semidiscoidales casi empizarradas; el ovario es ovalado-apeonzado (15 mm long. $\times$ 10-11 mm diám.), continuo, con el tubo periántico o apenas separado por una ligera depresión anular; dicho tubo periántico es corto (15-20 mm long. et diám.) y se continúa con los fillos periánticos, de los cuales los más externos y cortos, verdosos, simulan casi un cáliz (20 mm long. $\times$ 10-12 mm lat.) y los demás linear-espatulados (35-40 mm long. $\times$ 8-11 mm lat.) son petaloides y blanco-rosados; los estambres son claramente dísticos, los inferiores escasos y cortos (8 mm long.), con filamentos rojos, circundan el estilo y se hallan separados de los superiores, muy numerosos, por una zona anular de 6 a 8 mm de ancho, desnuda y lampiña, ostentando filamentos blancos y anteras del mismo color, rellenas de polen amarillo; el estilo cilíndrico, corto (13 mm long. $\times$ 2 mm diám.) blanco, supera levemente las anteras de los estambres inferiores y con sus 10 lóbulos estigmáticos blanquecinos alcanza la base de los estambres superiores.

43. **Gymnocalycium parvulum** Speg. = *Echinocactus platensis* Speg. var. *parvula*, Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 84 *d*.

Hab. En las colinas más pedregosas y secas de la sierra de San Luis.

Obs. Habiendo estudiado con mayor atención mis apuntes y dibujos sobre esta especie, me he convencido que no es una variedad del *Gymnocalycium platense* (Speg.), sino una especie bien distinta y autónoma por los caracteres siguientes de las flores, aunque en conjunto y al exterior se asemejen bastante a las del *Gymnocalycium platense*, se apartan por tener los estambres constante y claramente dísticos y por el estilo rematado por 10 a 12 lobulillos estigmáticos y mucho más corto, de modo que dichos lobulillos si superan las anteras de la serie inferior de estambres, sólo alcanzan la mitad de los filamentos de la serie superior.

44. **Gymnocalycium platense** (Speg.) Br. & R. = *Echinocactus platensis* Speg., *Contr. al est. de la Fl. S. Ventana*, nº 97. — Id., *Cact. plat. tent.*, nº 84.

Hab. Es exclusivo de las sierras australes de la provincia de Buenos Aires, cuales Curamalal, Ventana, Tandil, etc.

Obs. La descripción primitiva mía dejaba bastante que desear, porque los caracteres florales sólo han sido mencionados vaga y someramente no habiéndolos tampoco completado en el *Tentamen.* Vengo, pues, a subsanar, aunque algo tardíamente, tales deficiencias. Las flores (55 mm long. total) disfrutan de un ovario exteriormente casi cilíndrico (12 mm long. × 6 mm diám.) y casi continuo, sin separación definida, con el tubo periántico, el cual es algo más largo (15 mm long.) e internamente de color violáceo; los fillos petaloides son centrípetamente más largos y siempre bastante angostos (30-35 mm long. × 5 6 mm lat.), todos lanceolados, agudos, enteros o denticulados blancos; los estambres monósticos revisten sin interrupción toda la superficie interna del tubo periántico formando una sola serie continua, ofreciendo filamentos blancos y anteras amarillentas; el estilo cilíndrico, es blanco, con 5 a 7 lobulillos estigmáticos de igual color, los cuales alcanzan la línea de nivel de las anteras de los estambres supremos sin sobrepasarla.

En mi opúsculo *Cact. plat. tentamen* he indicado por separado cuatro tipos bien distintos y marcados que indiqué como variedades, las que no fueron tenidas en cuenta por Britton & Rose; a pesar de esto, tengo la íntima convicción de tratarse no tan sólo de simples formas o variedades, sino de verdaderas especies distintas y autónomas, tal vez más o menos trabadas por híbridos; observe, pues, el lector las fotografías de los tipos extremos publicados en *The Cactaceae* y se convencerá que mi modo de ver es lo más justo.

Fundándome en tales consideraciones, propongo que se reserve el nombre de *Gymnocalycium platense* Speg. a la antigua variedad *typica,* representada con el número 177 en la página 164 del tomo III de Britton y Rose, *The Cactaceae.*

45. **Gymnocalycium stellatum** Speg. = Speg., *Cact. plat. tent.,* nº 85.

Hab. Frecuente en las faldas pedregosas de las provincias de Córdoba, La Rioja y Catamarca.

Obs. Esta es una de las buenas especies inconfundible con el *Gymnocalycium platense* (Speg.), con el cual pretenden sinonimizarla los señores Britton y Rose; su cormo en el estado silvestre tiene exactamente la forma de un cono invertido, con la parte inferior saliente y aguda, del todo enterrada y la par-

te superior, expuesta al aire, ligeramente cóncava o plana, ofreciendo la forma de una verdadera estrella de tuberculitos de 7 a 11 rayos poco salientes; en ambiente más húmedo o en cultura, esta superficie se abóveda más o menos, volviéndose más o menos convexa o conoidea y recordando, entonces, bastante al *Gymnocalycium Damsi* (Schm.). Las flores, de 60 a 65 milímetros de longitud total, ostentan un ovario cilíndrico,



Gymnocalycium stellatum Speg. 1/1

clavulado (20 mm log. × 9 mm diám.), limitando al exterior del tubo periántico por un adelgazamiento muy moderado; el tubo periántico es la mitad más corto (15 mm long.) que los fillos petalinos, internamente teñido en violeta; los fillos petalinos externos son algo más cortos y angostos (26 mm long. × 7 mm lat.) que los íntimos (28 mm long. × 8 mm lat.), todos espatulados, bastante agudos y blancos; los estambres son claramente dísticos, siendo los inferiores separados del grupo superior por un ancho anillo (7-8 mm lat.) lampiño, todos con filamentos blancos y anteras amarillas; el estilo blanco alcanza,

con sus 12 lobulillos estigmáticos, también blancos, la mitad de la faja de estambres superiores.

Aunque antigua y transitoriamente haya existido un homónimo de esta especie *(Echinocactus stellatus* Scheidw.), habiendo este último cambiado de género y sinonimizado con el *Ferocactus nobilis* (Linnaeus) no creo necesario el cambio de mi nombre específico.

46. **Lepismium cruciforme** (Vell.) Miq. = Britton & Rose, *The Cactac.* IV, pág. 215. — *Rhipsalis squamulosa* (S. D.) Schm., Speg. *Cact. plat. tent.,* nº 89.

Hab. Es bastante frecuente sobre la cáscara de viejos troncos y ramas en los bosques del Chaco, Corrientes, Tucumán y Salta.

47. **Rhipsalis aculeata** Web. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 83. — Britton & Rose, *The Cactac.* IV, 231.

Hab. Vegeta sobre la corteza del tronco y ramas de los viejos algarrobos, en Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.

Obs. Las flores de esta especie son bastante grandes, pues su largo total varía desde 15 (Catamarca) hasta 24 (Selva, en Santiago del Estero) milímetros, naciendo de las aréolas apicales o subapicales y del todo superficiales; el ovario es globoso-trasovado (4 mm long. × 3-3,5 mm diám.) sin escamas, lampiño, verde lustroso, con 8 a 10 arrugas longitudinales rudimentarias y casi tan sólo visibles en la mitad superior; los fillos periánticos son 20 en cuatro ciclos; los de los dos externos escamiformes pequeños (2-4 mm long.), verdosos, los de los dos internos petaloides espatulados (10-20 mm long. × 4-5 mm lat.), agudos, mucronulados, blanco-rosados (Catamarca) o blanco-amarillos (Selva, Sant. del Estero); los estambres son casi 60, los externos mucho más largos (6 mm long.) que los internos (3 mm long.) blancos; el estilo supera los estambres (7,5 mm long.), siendo blanco-verdoso y rematado por 6 a 8 ramillas estigmáticas, verdosas; el fruto es casi globoso (6-8 mm long. et diám.), purpúreo-negro lustroso, liso, bastante jugoso y de sabor dulce, con semillitas elipsoides abundantes, pequeñas (1 mm long.), negras y lustrosas.

48. **Rhipsalis cereuscula** Hasw. — Britton & Rose, *The Cactac.* IV. pág. 222. — *Rhipsalis Saglionis* Lem., Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 92.

Hab. Sobre lss troncos de los viejos algarrobos en las provincias de Entre Ríos y Corrientes.

Obs. Es una especie relativamente escasa y limitada casi exclusivamente a la costa occidental del río Uruguay.

49. **Rhipsalis cribrata** (Lem.) Rümpl. = Britton & Rose, *The Cactac.* IV, pág. 225. — *Rhipsalis penduliflora* N. E. Brw., Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 91.

Hab. Bastante rara sobre la corteza de los troncos y ramas en los bosques de Misiones.

50. **Rhipsalis Lorentziana** Grsb. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 88. — Britton & Rose, *The Cactaceae* IV, pág. 240.

Hab. Bastante común sobre los viejos troncos y ramas en los bosques de Santiago del Estero, Chaco, Tucumán, Catamarca y Salta.

Obs. Britton & Rose en los datos respectivos a sus flores y frutos dan indicaciones falsas, lo que prueba que no han mirado la descripción de Grisebach ni la que di yo; las flores ofrecen una longitud total de 15 a 20 milímetros (y no de 4 cm!); el fruto globoso-trasovado mide 8 a 9 milímetros de longitud por 7 a 8 milímetros diámetro (y no 3 mm diám.!), siendo, cuando verde tetrágono, a la madurez casi esférico, absolutamente sin escamas, pero conservando 4 ligeras protuberancias alrededor de la cicatriz apical, todos de color purpúreo-negro, llenos de jugo abundante dulce violáceo, conteniendo pocas semillas *de la forma de una pulga* (1-1,25 mm $\times$ 0,5-0,6 mm), color café obscuro, absolutamente lisas, lustrosas.

51. **Rhipsalis lumbricoides** Lem. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 94. — Britton & Rose, *The Cactac.* IV, pág. 230.

Hab. Común sobre la corteza de los troncos y ramas de los viejos ceibos en todo el delta de Paraná.

Obs. Los señores Britton & Rose *(loc. cit.)* dicen : « Hooker says that it is native of Buenos Aires, *but this is doubtless an error* » ; no me explico por qué nieguen la existencia de esta especie

para dicha región, cuando, por el contrario, yo opino que realmente, como afirmó Hooker, sea su centro de dispersión; aparece desde la Magdalena, es abundante en los bosques estuáricos de La Plata, de Buenos Aires, Tigre, San Isidro, Martín García y por todas las islas del delta hasta Corrientes; cría especialmente sobre los ceibos *(Erythrina crista-galli)*. Las flores (15 mm long. tot.) poseen siempre de 9 a 12 fillos, en 3 ó 4 hileras, los internos petaloides blanco-amarillentos (10 mm long. × 3,5-4 mm lat.) lanceolados agudos; los estambres son 35-36, blancos (3-7 mm long.); el estilo cilíndrico (7-8 mm long.), es verdoso y remata en 5 ramitas radiantes bastante largas del mismo color, el fruto maduro, es globoso-trasovado (6 mm long. y diám.), *atro-purpureo* (y no blanco como indican Br. & R.), jugoso, dulce; las semillas son elíptico-ovaladas (1 mm long. × 0,5 mm diám.), negras, lisas, lustrosas.

52. **Rhipsalis tucumanensis** Grs. = Speg., *Cact. plat. tent.*, nº 90. — Britton & Rose, *The Cact.* IV, 234.

Hab. Frecuente sobre la corteza de los troncos y ramas de árboles viejos en Tucumán, Chaco y Salta.

Obs. Esta especie la tengo cultivada en mi casa sobre un tronco de magnolia desde muchos años atrás; es fácilmente reconocible por sus largos gajos pendientes di o tricótomos, cuando jóvenes cilíndricos, cuando viejos más o menos clara y obtusamente tetrágonos, pero *jamás setulosos* en la primera edad, como afirman Britton & Rose, *loc. cit.;* en esta especie las escasas areolas cuando floríferas son grandes muy cóncavas y provistas de un largo mechón de pelos blancos. Los frutos son globosos o trasovados (5-7 mm long. y diám.), superiormente chatos, inferiormente algo cuneados, circundados por la lana blanca de la aréola, blancos, opacos, a veces en parte rosados, lisos, poco jugosos y rellenos de semillas casi secas; las semillitas son romboidales o trapezoidales, algo anguloso-comprimidas (1,2-1,5 mm long. × 0,4-0,5 mm diám.) de color castaño, lisas o con arrugas papilosas rudimentarias poco aparentes.

ÍNDICE GENERAL

DE TODAS LAS CACTÁCEAS DESCRITAS O MENCIONADAS CON RELATIVAS HOMONIMIAS Y SINONIMIAS EN LOS OPÚSCULOS DEL AUTOR (1)

(1) Las abreviaciones usadas en este índice, tienen los siguientes significados:
Est. Fl. Vent. = *Contribución al estudio de la Flora de la Sierra Ventana*, La Plata, IV, 1896.
Pl. Pat. = *Plantae Patagoniae australis*, La Plata, VI-VII, 1897.
Pr. Fl. Chub. *Primitiae Florae chubutensis*. La Plata, VIII-IX, 1897.
Nv. add. Fl. Patag. = *Nova addenda ad Floram patagonicam*, I, Buenos Aires, III, 1899.
Est. Fl. Tandil. — *Contribución al estudio de la Flora del Tandil*, La Plata, IV, 1901.
Nv. add. Fl. Patag. = *Nova addenda ad Floram patagonicam*, IV, Buenos Aires, IV, 1902.
Cct. pl. tnt. = *Cactacearum platensium tentamen*. Buenos Aires, I, 1905.
Arech., Fl. Urug. = Arechavaleta, *Flora Uruguaya*, vl. 2º, IV, 1905.
Pl. n. o intrs. = *Plantas nuevas o interesantes*. Buenos Aires, IX, 1921.
Br. nt. cct. = *Breves notas cactológicas*. Buenos Aires, II, 1923.
Nv. nt. cct. = *Nuevas notas cactologicas*.

ESTRELLAS ERRANTES, METEOROS Y EL COMETA « BIELA »

Por OTTOMAR SCHMIEDEL

Una hermosa tarde se acerca a su fin. El sol poniente ilumina con sus últimos rayos el paisaje, y poco después vemos los efectos encantadores de la refracción de los rayos solares. En la atmósfera — el espectroscopio más grande del mundo — se refractan y descomponen los rayos en sus elementos multicolores, y el día se despide hermoseando con un último saludo el occidente, que luce los colores del amarillo al rojo y cuyo horizonte parece un mar de llamas.

Poco a poco se apagan los colores, poco a poco extiende el crepúsculo sus alas y pronto la noche cubre la tierra. Ya se extinguieron las miles de voces de la vida; millares de estrellas brillan en el firmamento y la mágica luz de la luna, que sube en el este nos infunde la impresión de la paz nocturna.

Dominados por la sublime grandeza del cielo estrellado nos entregamos silenciosamente al encanto de la hora. Allá, en lo alto, vemos la vía Láctea que nos habla, con su luz fosforescente, de millones y millones de estrellas, a distancias, cuyo verdadero alcance nos es incomprensible, aun cuando los astronómos las tienen concretadas en cifras.

¿Son soles aquellas innumerables lucecitas?

¿Giran al rededor de ellos planetas como en nuestro sistema solar?

De repente cruza una línea luminosa el cielo. ¡Un meteoro! ¿De dónde viene? ¿A dónde va? Tales son las preguntas que surgen y que llevan nuestras meditaciones forzosamente hacia el Universo.

Si tenemos en los pedazos de hierro, guardados en nuestro Museos, materia palpable de fragmentos meteóricos, ¿cómo podemos compro-

bar que esta materia viene del espacio? ¿No sería probable que fuera materia de nuestra Tierra?

Efectivamente existía antes la opinión de que en tiempos lejanos, cuando nuestro planeta vivía la época tempestuosa de su primera juventud, hubiesen existido erupciones frecuentes y violentas que, luchando contra la formación de la costra terrestre, hubiesen arrojado masas con potencia enorme que pudieron haberse elevado a alturas tan gigantescas que les permitiera substraerse a la fuerza dominante de la Tierra. La diminución de la fuerza de gravitación podría haber sido tan notable para la materia, en aquellas alturas, que la curva de caída, se modificaría en una forma suficientemente tendida para que las masas fueran llevadas cual satélites, al rededor de nuestra Tierra, sobre la cual caerían, cuando una perturbación cualquiera llegara a alterar el orden y el equilibrio adquirido.

Contra esta suposición argumentan las velocidades enormes, que se observaron en varias ocasiones en estrellas fugaces, meteoros y bólidos, pues la única diferencia entre estos fenómenos existe en su tamaño.

Sabemos, por la física, que una piedra tirada horizontalmente cae hacia la tierra en una curva de ley bien expresada, que la matemática declara parábola, y que esta parábola será más tendida o más abierta siendo mayor la velocidad horizontal.

Tratándose ahora de proposiciones de cierta magnitud tenemos que recordar que la gravitación no acciona en dirección paralela, sino siempre en sentido del centro de la Tierra, es decir, en direcciones convergentes, de modo que las verdaderas curvas balísticas en escala mayor no pueden considerarse más como parábolas en general, sino como curvas, que debido a la gravitación central deberían seguir alrededor de este centro y la forma misma de la curva así como sus proposiciones en general dependerán de la velocidad que tiene el cuerpo tirado. La mecánica revela que la curva en que el cuerpo gira es de carácter elíptico o hiperbólico, según la velocidad del cuerpo mismo. Vemos, pues, que la velocidad del cuerpo en coaccion con la fuerza de atracción o gravitación — variable según la distancia — pueden transformar la curva cerrada (elipse) en curva abierta (hipérbole). En estas dos clases de curvas debe incluirse el círculo y la parábola, que, en sentido matemático, no representan sino casos especiales de las curvas mencionadas (véase fig. 1).

Claro es que siendo el círculo y la parábola casos especiales en el sinnúmero de las curvas elípticas e hiperbólicas que nos presenta la

posibilidad según la velocidad del cuerpo, resulta por una simple meditación que las elipses e hipérbolas representan los casos generales para las órbitas de cuerpos celeste s.

La órbita de nuestra Tierra es una elipse de ejes muy poco diferentes, es decir, casi una curva circular, en la cual nuestro planeta se mueve con una velocidad aproximada de 30 kilometros por segundo. Si por cualquier causa la velocidad creciera de repente a 42 kilómetros y medio por segundo, ésto no significaría, como podría creerse en el primer momento, una reducción de nuestro tiempo de revolución anual de 365 días a 258, sino que la órbita se modificaría en una parábola, alejándose en ella nuestro planeta rápidamente a las profundidades del Universo. La vida huiría de la Tierra, la que habría

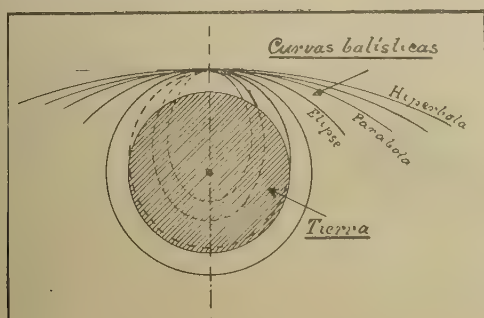


Fig. 1

perdido su carácter de planeta para convertirse en un meteoro gigantesco del espacio.

Las velocidades observadas alcanzaron en algunos meteoros valores notablemente mayores que la velocidad de la Tierra en su órbita, que habíamos ya indicado en 30 kilómetros por segundo. Se ha podido observar en un caso una rapidez de un cuerpo meteórico, que se estimó en 90 kilómetros por segundo.

Tal velocidad hace, desde luego, imposible una suposición como la anteriormente indicada y revela más bien, en las circunstancias dadas, el movimiento del cuerpo a lo largo de una curva hiperbólica, confirmada además por la observación del camino.

Un cuerpo con tal velocidad y órbita no puede ser miembro de nuestro sistema solar. Es un intruso que viene de las profundidades del espacio infinito y desaparece otra vez en él. Pero muchas veces,

el intruso cósmico no logra escapar de nuevo al espacio. La resistencia que encuentra en la atmósfera es generalmente suficiente para reducir notablemente su velocidad y producir, por la frotación, a los pocos segundos, en su exterior, el estado candente.

Tratándose de meteoros de dimensiones grandes, el estado candente no puede comunicarse con la misma rapidez al interior; éste continúa teniendo su temperatura anterior, que puede ser aproximadamente la del espacio. Las tensiones causadas por las enormes diferencias de temperatura, hacen estallar el cuerpo, que esparce sus trozos con detonación a todos los vientos, y los pedazos, vencidos por la fuerza de gravitación terrestre, caen sobre la Tierra.

La deducción que hicimos con respecto a la procedencia de un meteoro, basándonos en su velocidad y camino, es el resultado que nos suministra la mecánica de los cuerpos cósmicos. Pero hay otras observaciones, cuya interpretación lógica forma prueba convincente de que las estrellas errantes y meteoros vienen del espacio, que parece llenado y cruzado por ellos en todas las direcciones y con muy diferentes velocidades.



Fig. 2

Supongamos por un momento que éste fuese efectivamente el estado verdadero. Entonces la Tierra, en su movimiento alrededor del Sol, tendría que recoger todos estos cuerpecitos que encontrara en su camino y además también los cuerpos que la alcanzaran por tener movimientos en dirección hacia ella.

Resultaría luego, sin duda alguna, que en la parte del globo terrestre, que podría denominarse su *parte delantera* con respecto al camino, deberían caer mucho más estrellas fugaces que en su *parte posterior,* pues sobre la parte delantera caerían todos los cuerpos, que encontrara en su camino con la única excepción de aquellos que por su velocidad mucho mayor, pero del mismo sentido que la Tierra, pudieran evitar el encuentro con ella. La parte posterior — con respecto al movimiento — podría recoger, en cambio, sólo aquellos cuerpos, cuyo movimiento en el sentido hacia la Tierra sea de velocidad mayor que la de ella, no pudiéndola alcanzar los meteoros, etc., de menor velocidad.

Ahora bien, la parte delantera de la Tierra, en su movimiento alrededor del Sol, es la parte de la mañana y la parte posterior es la de la tarde como lo vemos expresado por la figura 2.

Si nuestra suposición anterior fuera justa, deberían notarse entonces las caídas de estrellas errantes con mucho mayor frecuencia durante las horas de la mañana que durante las horas que siguen a la puesta del Sol.

Las observaciones del astrónomo Julius Schmidt, en Atenas, efectuadas durante 35 años, comprobaron ésto a la evidencia. Según sus anotaciones resulta la frecuencia de las estrellas fugaces por hora como sigue:

Hora de la observación	Estrellas errantes	
De 18 a 19	4,2	
De 19 a 20	5,1	
De 20 a 21	6,2	
De 21 a 22	7,5	
De 22 a 23	9,0	
De 23 a 24	10,6	
Total		42,6
De 24 a 1	12,3	
De 1 a 2	13,8	
De 2 a 3	14,7	
De 3 a 4	14,9	
Total		55,7
Total general		98,3

Para las horas desde las 4 hasta las 6 de la mañana, las observaciones demostraron una diminución de las estrellas fugaces, circunstancia que encuentra su verdadera explicación en el alba naciente, que reduce la facilidad de la observación. Pero los datos recogidos no dejan duda alguna de que debe esperarse el máximo teórico de las caídas a las 6 de la mañana.

Por término medio tenemos, según estos datos, 10 estrellas errantes por hora. La cifra de caídas, que rige según las observaciones para las horas de 2 a 3 y de 3 a 4, permite deducir que después de las 4 podemos contar indudablemente con 15 caídas por hora como mínimo, de modo que debe admitirse para la segunda mitad de la noche el doble número de estrellas errantes que para la primera mitad.

Las cifras que hemos dado con referencia a las caídas de las estrellas errantes y que revelan una frecuencia media aproximada de 10 estrellas errantes por hora, representan el término medio anual,

pues para los diferentes meses del año las observaciones dieron también muy diferentes resultados.

Efectivamente debía esperarse tal hecho como consecuencia del movimiento de la Tierra en el espacio. Élla gira en su órbita elíptica al rededor del Sol, pero al mismo tiempo se muève con todo el sistema solar en el espacio y en dirección hacia un punto cerca de la estrella Vega en la constelación de la Lyra.

La velocidad con que el Sol y su sistema de planetas vuelan en la dirección indicada, es aproximadamente de 20 kilómetros por segundo, de modo que la Tierra, en su marcha al rededor del Sol, varía la rápidez de su movimiento total, es decir, de su movimiento con respecto al espacio.

Cuando la dirección del movimiento de la Tierra en su órbita pla-

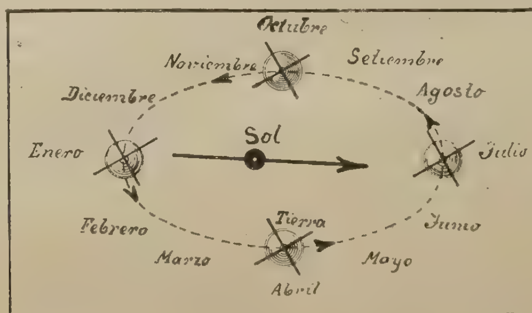


Fig. 3

netaria coincida con aquella, en la que marcha todo el sistema, la celeridad de la Tierra en el espacio alcanza su valor máximo, que resulta ser la suma de las dos velocidades (1). Esta coincidencia en la dirección de los dos movimientos la tenemos siempre a fines del mes de marzo. Medio año más tarde, es decir a fines del mes de septiembre, la Tierra se encuentra en la parte diametralmente opuesta de la órbita y marcha en ella, por consiguiente en sentido contrario al movimiento del sistema solar. A fines de septiembre la Tierra marcha luego en el espacio con una velocidad que resulta de la diferencia de los dos movimientos.

(1) Podemos prescindir de las correcciones que resultan, según la teoría de Einstein para las velocidades sumadas, como también para las órbitas de los cuerpos cósmicos en movimiento, pues las correcciones son para nuestros casos extremadamente pequeñas.

Nuestro globo vuela por el espacio con una velocidad cuyo término medio es para los meses de enero hasta junio mucho mayor que para los meses de julio hasta diciembre, pues mientras que ella alcanza durante el primersu semestre su valor máximo, en el segundo senmestre pasa por su valor mínimo (véase fig. 3).

Ahora bien, un cuerpo de las dimensiones de nuestro planeta, expuesto al bombardeo de millones de cuerpecitos cósmicos por todos lados y en todas direcciones, recibirá el máximo de estos proyectiles, cuando su movimiento haya llegado al valor mínimo en velocidad y, por otro lado, recibirá el mínimo de estos cuerpecitos, cuando se mueva con velocidad máxima.

Llegamos, sencillamente, a esta conclusión por cuanto al planeta en movimiento no pueden alcanzar todos aquellos cuerpecitos que le siguen en su movimiento pero con una velocidad menor. Cuanto mayor sea la rapidez del planeta, tanto mayor sería luego el número de los cuerpecitos que no le alcanzan en su parte posterior; es decir, en su período de velocidad máxima recibirá el mínimo de estrellas errantes y viceversa.

La estadística del astrónomo Schmidt indica la frecuencia media de las estrellas fugaces, por hora, para los diferentes meses como sigue:

Enero..........	8,6	Julio............	11,1
Febrero........	5,6	Agosto..........	20,6
Marzo.........	6,5	Septiembre......	9,8
Abril...........	6,4	Octubre.........	14,1
Mayo..........	6,0	Noviembre.......	13,3
Junio..........	6,1	Diciembre.......	12,2

El promedio por hora, que resulta según esta estadística, es de 6,5 para los seis meses de enero hasta junio, durante los cuales la velocidad de la Tierra en el espacio pasa por su valor máximo; y para los meses de julio hasta diciembre, durante los cuales la velocidad baja hasta su valor mínimo, resulta un promedio de 13,5.

A primera vista parace así confirmada notablemente nuestra suposición que hicieramos con respecto a la frecuencia de las estrellas errantes en relación al movimiento terrestre, pero sorprende desde luego el hecho de que un mes, el mes de agosto, resalta por un número inesperadamente elevado de ellas. También para los tres últimos meses del año da la estadística un número relativamente elevado. En estos meses la Tierra pasa aparentemente por *bandadas* o *enjambres* de cuerpecitos cósmicos, y la regularidad con que se produce el

paso por entre ellos dentro de determinados días de los meses mencionados nos hace suponer que aquí se trata de masas o enjambres, que pertenecen a nuestro sistema solar.

El mes de septiembre, que parece libre de enjambres, nos ofrece la confirmación de nuestra hipótesis anterior, pues el número de estrellas fugaces por hora (9,8) es notablemente mayor que el número que da el mes de marzo (6,5).

Las observaciones demuestran, pues, con evidente claridad, que una parte de los cuerpecitos, cuyá fusión en la atmósfera nos produce aquella impresión de *estrellas errantes,* cruza el espacio en todas las direcciones. Éstos pueden ser considerados como intrusos en nuestro sistema solar; su procedencia es la infinita profundidad del espacio. Otra parte pertenece, en cambio, a nuestro sistema solar y se mueve en él de acuerdo con las leyes que rigen para todos sus miembros, en elipses al rededor del astro central: el Sol.

Diez estrellas errantes caen en término medio, por hora dentro del campo de vista de un observador, que abarca aproximadamente 100 grados angulares, 30 a 40 es pues el número de ellas, que caen dentro del horizonte circular en cuyo centro está el observador. Según el americano Newton, este campo de observación circular cabe aproximadamente 10.500 veces dentro de toda la envoltura atmosférica de nuestro globo, de modo que éste recibe por hora 300.000 a 400.000 de aquellos cuerpecitos cósmicos, o sean de 7 a 10 millones por día. ¡Y de todo esto vemos tan poco! La mitad de estos cohetes se esconde en los deslumbrantes rayos del Sol; de la otra mitad, la gran mayoría surca el cielo en las horas matutinas, cuando la humanidad sueña en los brazos de Morfeo, y sólo se perciben los que en noches muy claras, por su intenso brillar en nuestro campo de vista, nos obligan a seguirlos por momentos en su camino luciente.

En cuanto al peso de las masas, que en forma de estrellas errantes y meteoros caen sobre la Tierra, no es posible, como se comprende, indicar una cifra exacta, pues no podemos adivinar, ni siquiera aproximadamente, el peso de los cuerpecitos que nos producen aquellos efectos luminosos.

Consideremos, sin embargo, que cualquier cuerpo en estado de gasificación, con una luminosidad tan fuerte que penetra las gruesas capas absorbentes de la atmósfera, hasta llegar al telescopio y al ojo, debe representar indudablemente un peso de cierto valor, sobre cuyo límite inferior podemos hacer algunas suposiciones, basadas sobre la lógica y la probabilidad.

En estas reflexiones nos sirven de guía las observaciones que se han hecho con respecto a la altura, en que las estrellas errantes generalmente empiezan a encandecerse. Ella es aproximadamente de 170 kilómetros, y a la altura de más o menos 100 kilómetros ya han perdido tanto de la velocidad y del calor, que desaparece su efecto luminoso. Estos datos, naturalmente, son muy generales, influyendo esencialmente sobre el comienzo y la duración del estado candente, el tamaño de los cuerpos y la velocidad, con que llegan del espacio.

Podemos, desde luego, deducir que un peso de 5 a 10 gramos, como límite inferior del peso de una estrella errante es probablemente menor de aquel que, en realidad, produce ese efecto luminoso, visible desde distancias tan enormes.

Con el número diario de las caídas, que habíamos calculado en 7 a 10 millones y con un peso mínimo y supuesto entre 5 a 10 gramos, resultaría luego un aumento mínimo del peso de la Tierra de 13.000 a 36.000 toneladas por año.

Hemos indicado hipotéticamente con 5 a 10 gramos el límite inferior del peso de un cuerpo cósmico, cuyos efectos de luz, producidos por la frotación en la atmósfera, pudieran ser visibles en distancias mayores. Pero las masas cósmicas que penetran en nuestra atmósfera sin ser notadas, por cuanto el tamaño de los cuerpecitos no alcanza las condiciones antes mencionadas, y que caen después sobre la Tierra, representan indudablemente también un valor considerable, pues, como siempre en el mundo: lo pequeño es mucho más frecuente que lo mayor. En varias ocasiones se ha podido constatar la caída de polvo cósmico, que se distingue generalmente por un gran porcentaje de hierro. Un caso notable de tal acontecimiento es el del 3 de mayo de 1892, cayendo una nube de polvo sobre una gran parte de la Europa septentrional, en una extensión de 600.000 a 800.000 kilómetros cuadrados. Se aproximó el peso del polvo caído en 500.000 toneladas.

De todo eso puede deducirse que la suposición de un aumento medio anual del peso terrestre en 50.000 toneladas, queda con muchas probabilidades debajo de la realidad.

Conocida su procedencia en términos generales, si nos encontramos en un museo delante un pedazo de un meteoro, se nos ocurriría entre una de las tantas cosas: ¿no sería posible el encuentro de nuestro globo con un cuerpo de dimensiones tan considerables que el choque tuviera efectos desastrosos para toda una región de nuestra Tierra?

Para juzgar sobre esta suposición futura es conveniente revisar primero el pasado. Es, desde luego, claro que los restos de un cuerpo, estallado con vehemencia enorme a la altura de tal vez más de 100 kilómetros, deben esparcirse sobre una superficie de muchos kilómetros cuadrados, de modo que se explica la rareza de un hallazgo meteórico que corresponda a un bólido observado.

En realidad, el número de los pedazos hallados, que corresponden a meteoros cuya caída se ha podido observar, no alcanza hasta hoy a 300. Pero aparte de éstos se encontraban, sin haberlos visto caer, unos 170 pedazos, que demostraban tan claramente las características típicas del origen meteórico, ya sea por su composión de materia, ya sea por su expecto exterior, así es que el total de los hallazgos resulta aproximadamente de 450.

El total de las caídas observadas de alguna importancia llega aproximadamente a 650. Merecen interés especial los casos en que, según las crónicas, los aerolitos cayeron como *una lluvia de piedras*. Así sucedió en el año 616 en China, en 823 en Alemania y en 1511 en Crema. Díjose que la «lluvia de piedras candentes» en el año 823 había causado incendios en varios pueblos. El número de las piedras caídas en l'Aigle en el año 1803 se estimó también de 2000 a 3000. También en los alrededores de Putulsk cayeron el 30 de enero de 1868 varios miles de piedas.

El meteoro más grande, cuya caída se ha podido observar, pesa 325 kilogramos, pero entre los hallazgo casuales, con indicios indudables del carácter meteórico, se encuentran importantes bloques de hierro, siendo el mayor el de la bahía de Melville (Groenlandia), llevado en 1903 a Nueva York, cuyo peso es de aproximadamente 40 toneladas. A este peso corresponde luego un volumen de 5 metros cúbicos más o menos.

Podría uno sorprenderse de que tal bloque, en su caída, no hubiera desaparecido enteramente en la costra terrestre. Tenemos que recordar, sin embargo, que los meteoros recorren el espacio en todas las direcciones y con muy diferentes velocidades y que, por lo tanto, también puede darse el caso de que por una rara concordancia de movimientos en los momentos de la caída, ésta se realice con menos vehemencia.

Pero esta explicación, totalmente dentro de los límites de la posibilidad, no excluye otra. Puede tratarse también de un pedazo desprendido de un meteoro mayor, desaparecido en la costra o en el mar.

El 10 de febrero de 1896 apareció sobre Madrid un bólido, cuya

explosión sucedió a la altura de más o menos 30 kilómetros, derrumbando muros y causando un terror pánico por la inmensa agitación de aire. Se oyó la detonación dentro de una circunferencia de 250 kilómetros de diámetro. Tan potente era la agitación del aire, que la altura del mercurio en el barómetro varió de repente en 11 milímetros.

Considerando que los mencionados acontecimientos meteóricos caen dentro de un intervalo de 1300 años, parece a primera vista que la caída de meteoros algo apreciables sucede con una rareza extremada, de modo que tendríamos en ella un factor tranquilizador, tanto más cuando todos los casos mencionados no han pasado de ser sino pequeños accidentes locales y cuando, además, sin duda alguna, en el espacio como en todas partes, la rareza de una cosa aumenta notablemente con su grandeza. Pero el aspecto cambia inmediatamente cuando juzgamos la cuestión bajo la faz de los tiempos en su concepto geológico. En tal sentido, 1300 años son un intervalo de tiempo sumamente corto, de modo que los acontecimientos meteóricos de cierta importancia no son tan raros como parece. También la estadística sobre la frecuencia de las caídas de meteoros en general conduce a la misma conclusión, pues ella da por año, como término medio, 5 meteoros.

Ahora bien, la parte de la superficie terrestre en que hay la probabilidad de observación es muy reducida, en relación con las partes en que todo acontecimiento meteórico pasa desapercibido (océanos, regiones despobladas o pobladas por pueblos primitivos, indiferentes). La parte de la observación probable puede ser considerada igual a la centésima parte de la superficie total del globo. De este solo hecho podría deducirse la probabilidad de que 500 meteoros caen anualmente sobre la Tierra. Pero, además, debe tomarse en cuenta que la cifra 5, resultado de las observaciones, es indudablemente inferior a la cifra real, pues durante las horas del día únicamente puede notarse meteoros o bólidos de cierta importancia.

No sería, por lo tanto, exagerado suponer el número anual de los meteoros en el doble, y estamos muy seguros de que la Tierra recoge en su camino diariamente por término medio dos de estos cuerpos.

Este resultado, obtenido por la observación y la lógica, nos dice, al mismo tiempo, que deben haber acaecido durante el mencionado intervalo de 1300 años y para toda la Tierra, muchísimos más acontecimientos meteóricos de importancia que los arriba enumerados, y hasta puede admitirse por la lógica algunas caídas de cuerpos cós-

micos, que habrían podido asumir el carácter de accidentes locales de cierta gravedad, si hubieran acaecido en regiones densamente pobladas.

Dada ahora la frecuencia con que meteoros cruzan el camino de nuestra Tierra y caen sobre élla, surge la pregunta: ¿con qué se explica la sorprendente rareza de los hallazgos meteóricos, que de otra parte demuestran algunas características típicas en su exterior?

El estado candente de su superficie en unión con su movimiento por el aire a altas velocidades, como las hemos mencionado, da a la superficie de los pedazos una estructura especial, propia a los cuerpos que se hallaron parcialmente en estado candente líquido, revelando ya por este indicio su origen cósmico.

La intemperie es, sin embargo, la que causa el deterioro de las piedras, que de este modo pronto pierden su aspecto característico, el que sólo perdura para mucho mayor tiempo en los pedazos de hierro meteórico. De ahí que, a pesar de haberse podido comprobar por las caídas observadas que más del 90 por ciento eran aerolitos de piedra, la proporción de los hallazgos de hierro a los de piedra es aproximadamente como 1 : 2.

Pero esta misma proporción justifica, en vista de la rápida eflorescencia de las piedras, lo lógico de nuestra suposición sobre la gran frecuencia de las caídas de los meteoros.

La atmósfera terrestre, que nos protege contra el frío del espacio y contra los cambios bruscos de temperatura, obra también como coraza respecto a los proyectiles del espacio. La mayoría de éllos sufren una gasificación casi instantánea y otros, ya mayores, serán despedazados en pequeños fragmentos. Pero aunque la envoltura atmosférica es para nuestro planeta una coraza elástica y muy protectora, la eficacia de ella tiene naturalmente sus límites y un meteoro de tamaño muy considerable, que llegara con gran velocidad, podría seguramente producir efectos desastrosos, pues la altura en que estalla será siempre menor para cuerpos mayores.

Para juzgar sobre la probabilidad con que pudiera acontecer tal accidente, nos fijamos en la distribución media de los meteoros en el espacio. La superficie del globo terrestre abarca aproximadamente 507 millones de kilómetros cuadrados y sobre ella caen, de acuerdo con lo anteriormente dicho por término medio, mil meteoros por año, de modo que viene un meteoro sobre la superficie de 507.000 kilómetros cuadrados anualmente.

Aumentando ahora, sin duda alguna, la rareza de los meteoros muy

notablemente con el tamaño de ellos, podemos llegar, por estas razones, a la conclusión tranquilizadora de que la probabilidad de acontecimientos meteóricos desastrosos sólo existe para intervalos de tiempo muy extensos.

Efectivamente, el hecho de que nuestra Tierra durante los tiempos históricos no ha tenido un encuentro desastroso, demuestra claramente la rareza *relativa* de los meteoros de tamaño peligroso. Y para comprender la ínfima probabilidad que existe para un choque verdadero, debemos imaginarnos el infinito espacio de que disponen los cuerpos cósmicos en movimiento, espacio en que la Tierra no parece ser otra cosa que un polvito de Sol.

¡Pero la más ínfima probabilidad no excluye la posibilidad!

Un indicio notable de un suceso meteórico de mucha importancia lo tenemos en un «cráter» en la región septentrional de Arizona Central. Las investigaciones que se hicieron con respecto a su origen, no dejaron duda alguna de que esa formación no pude ser un cráter de carácter volcánico, sino que se trata de una formación producida por los efectos de la caída de un cuerpo cósmico de dimensiones considerables. El cráter mide 1150 metros de diametro. Su profundidad es de 170 metros. Sus bordes se elevan de 40 hasta 50 metros sobre el nivel de los alrededores, de modo que el cuerpo cósmico produjo una concavidad de 120 a 130 metros de profundidad.

Se encontraron pedazos de hierro meteórico hasta 500 kilogramos de peso, esparcidos en los alrededores o penetrados hasta la profundidad de 200 metros en la tierra. El total del hierro encontrado alcanza el peso de 15.000 kilogramos.

Bloques de piedra de 20 a 30 metros de espesor fueron tirados, por los efectos del choque, hasta la distancia de un kilómetro y bloques de piedra menores se encuentran esparcidos todavía 6 y medio kilómetros distantes del lugar del desastre.

No es posible indicar con alguna exactitud el tiempo en que ha pasado la caída de aquel cuerpo, cuyas dimensiones se han estimado, por los efectos producidos, en un diámetro de 150 a 200 metros. Pero la falta de efectos mayores de la erosión hace suponer que no pueden haber transcurido, desde entonces, sino algunos miles de años. Dícese que entre los indios de aquellas regiones existe una tradición legendaria con referencia a aquel acontecimiento, que para la región referida debe haber asumido todo el carácter de una catástrofe.

La estadística sobre la frecuencia mensual de las estrellas errantes reveló el hecho sorprendente de que algunos meses del año se

destacan por los números extraordinariamente elevados de ellas. Resalta a la vista, en primer lugar, el mes de agosto. Pero también en los meses de julio y octubre hasta diciembre, su frecuençia supera tanto a los de los meses de enero hasta junio, que no es posible atribuir esta diferencia exclusivamente a la variación de la velocidad del movimiento terrestre con relación al espacio. Debe existir otra causa para frecuencias tan extraordinarias.

Para los meses de agosto y noviembre se ha podido seguir el hecho de tal frecuencia excepcional algo más de mil años atrás, ocurriendo siempre con invariable y sorprendente regularidad un máximum de las caídas el 10 de agosto y el 13 de noviembre.

Habiéndose dedicado los astronómos a una observación exacta de estas estrellas errantes, encontraron otras notabilidades. Las del 10 de agosto seguían invariablemente un camino cuya dirección con respecto al cielo estrellado estaba bien determinada, pues, independientemente de la diaria rotación terrestre, parecían llegar de aquella región del espacio, en que está la constelación del *Perseo* y las del 13 de noviembre parecían tener su punto de salida en la constelación del *León*. El hecho de la invariabilidad de dirección con respecto al espacio demuestra nuevamente que estos fenómenos no tienen origen atmosférico o terrestre, como se creía antes, sino que son acontecimientos cósmicos.

De la circunstancia de que el máximum de la invasión se repetía para cada una de las dos diferentes bandadas con intervalos exactos de un año, debió suponerse una relación con nuestro sistema planetario. Esta relación está comprobada todavía más claramente por la larga época en que se han podido constatar las invasiones anuales, pues todo nuestro sistema planetario tiene, como llevamos dicho, un movimiento progresivo de 20 kilómetros por segundo, en dirección hacia la estrella Vega en la Lyra.

Con la velocidad indicada resulta el camino recorrido por nuestro sistema, en el transcurso de mil años, aproximadamente 630.000 millones de kilómetros, o sea 70 veces todo el diámetro de la órbita del planeta Neptuno, y el hecho del período anual de las invasiones demuestra que las masas invasoras han seguido a nuestro Sol en este trecho inmenso. Ellas son, por consiguiente, partes integrantes de nuestro sistema planetario y están sometidas al dominio solar. Luego, las órbitas de estos enjambres no pueden ser ni hipérbolas ni parabolas, cuyas ramas abiertas se extienden en el infinito, sino únicamente élipses.

El astrónomo Schiaparelli demostró primero que la órbita elíptica de las estrellas errantes del 10 de agosto coincide con la del cometa 1862 (III) (1), cuyo tiempo de revolución se calculó en 123 años. Del período anual de las estrellas errantes, se desprende ahora con claridad que no puede tratarse de *nubes* o *bandadas* en su sentido amplio, sino de todo un anillo de masas cósmicas, que giran al rededor del Sol y que deben tener alguna relación con el cometa de la misma órbita.

Ahora bien, si existiese en tal anillo de partículas cósmicas una parte más compacta y de aglomeración más densa de los cuerpecitos, debería notarse naturalmente una frecuencia extraordinariamente grande de estrellas errantes y meteoros, cuando aquella parte densa se encontrara con la Tierra, y este encuentro tendría que repetirse puntualmente de acuerdo con los períodos de revolución del anillo y de la Tierra (véase fig. 4).

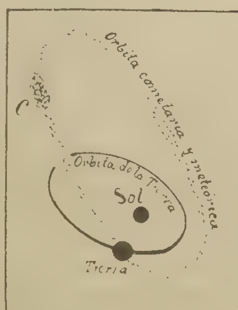


Fig. 4

Tal caso ofrecían las estrellas errantes del 13 de noviembre, que recorren su élipse una vez en el transcurso de 33,2 años coincidiendo la órbita enteramente con la del cometa 1866 (I). En los años 1766, 1799, 1832 y 1866, en intervalos, pues, que igualan siempre a una revolución del anillo, la *invasión* de las estrellas errantes del 13 de noviembre ha sido de una frecuencia excepcionalmente grande, revelando así la existencia de una parte de gran aglomeración, semejante al esquema, que demuestra el anillo con la parte gruesa C (fig. 4).

En el año 1899 la nube C no volvió a encontrarse con la Tierra, ofreciendo así un nuevo problema a los astrónomos, los que, sin embargo, pronto lograron saber la causa de su desaparición.

Resultó de los estudios y cálculos que aquella nube cósmica, después del último encuentro con la Tierra en 1866, llegó a pasar cerca de los grandes planetas, y especialmente cerca de Júpiter, el que

(1) Para la denominación de un cometa se elige el año en que pasó por su perihelio (punto más inmediato de la órbita al Sol), agregando, en caso que hubiera más cometas del mismo año, una cifra romana.

Cometa 1862 (III), por ejemplo, es el tercer cometa en el año 1862. Los cometas periódicos reciben el nombre del astrónomo que primero lo descubrió o calculó su órbita.

por su inmensa fuerza de atracción debió de haber influído sobre la velocidad de la nube, modificacando de este modo la órbita de ella. Encontróse por los cálculos que el punto de la órbita más cercano a la Tierra dista de ésta hoy unos 2.700.000 kilómetros. La modificación de la órbita del núcleo C influyó naturalmente también sobre gran parte del anillo en general. La invasión del 13 de noviembre ha ido desapareciendo poco a poco.

Además de estos dos casos de invasiones anuales hay otros enjambres periódicos en octubre, a fines de noviembre y a principios de diciembre.

De las bandadas del fin de noviembre hablaremos aún más tarde.

Las exposiciones sobre las insignificantes estrellas errantes, que iniciamos con la pregunta por su origen, nos han llevado poco a poco al terreno de otros cuerpos celestes, de los cometas, pues la nube de 1766, 1799, 1832 y 1866 ¿no ha sido tal vez una parte desprendida del cometa de la misma órbita?

Contraste singular; las estrellas errantes, consideradas siempre tan inocentes, nos conducen inmediatamente a aquellos fenómenos cuya aparición difundía antes el pánico entre la humanidad creyéndoselos precursores de desastres inmensos; las estrellas fugaces nos conducen a los cometas que hace siglos tenían y aún tienen la mala fama de ser destructores del Mundo.

Es justificado, pues, que nos ocupamos algo de ellos y de su relación con las estrellas errantes. Uno de los mejores ejemplares para este estudio es el cometa *Biela.*

Fué observado ya en 1772 y más tarde a fines de 1805, sin que se le hubiera dedicado mayor atención. El tiempo de su revolución se le había fijado en 6 años y medio aproximadamente.

A principios del año 1826, el oficial austriaco Biela se dedicó a buscar nuevamente a aquel cometa, pues en esa época debía estar en posición visible. Y, realmente, le encontró el 27 de febrero de 1826. Biela volvió a calcular la órbita del cometa y su tiempo de revolución, encontrando éste a poco más que 6 años y medio y estableciendo así identidad con el cometa de 1772 y 1805.

El cometa volvió en 1832, observado entonces ya con intenso interés, pues del cálculo de su órbita había resultado que ésta cruzaba casi exactamente la de nuestra Tierra, con la que tenía que chocar forzosamente, cuando ambos cuerpos se encontrasen al mismo tiempo en el lugar del cruzamiento. Un cálculo relativamente fácil dió como seguro este choque para el año 1933, pero ya en 1832 se produjo en

parte una gran preocupación por la interpretación injusta de algunas exposiciones publicadas sobre el cometa. En el año 1839 su posición era desfavorable a la observación, pero volvió a ser visto, de acuerdo con su tiempo de revolución, a fines de 1845. Su observación en aquel año dió resultados sumamente interesantes.

A fines de diciembre, el cometa, hasta entonces de aspecto normal, mostró una modificación en su forma. Su cabeza a empezó estirarse. El 13 de enero de 1846 el astrónomo Maury en Wáshington le vio bifurcarse y hasta el 27 de enero se había producido la división total de la cabeza en dos partes, que corrieron paralelamente y se distanciaron poco a poco en el sentido de su movimiento. Cuando se las perdió de vista, su distancia era ya de 300.000 kilómetros. ¡El cometa se había dividido en dos!

En el año 1852 se vieron reaparecer las dos, corriendo en la misma órbita, pero ya con la distancia mutua de 2.500.000 kilómetros, demostrando así claramente la tendencia de separarse más y más.

Según los cálculos los dos cometas debían presentarse nuevamente en muy buena posición en el año 1866, es decir, después de dos de sus revoluciones, pero, cosa singular, no obstante de buscárselos muy afanosamente, no se les encontró.

¿Qué había pasado con ellos? ¿Habíanse tal vez dividido de nuevo aquellos cometas en partes todavía más pequeñas, esparciéndose éstas en la órbita?

El año 1872 dió la aclaración, pues en este año, cometa y Tierra, pasando el lugar donde se cruzan sus órbitas, debían encontrarse a muy corta distancia el uno de la otra. Si realmente el cometa se hubiera disgregado, según la teoría del astrónomo Schiaparelli, en una o más «nubes cósmicas», con la tendencia de extenderse en la órbita, debió notarse una invasión de estrellas errantes y meteoros en el mes de noviembre de aquel año.

El 27 de noviembre de 1872 era el día en que aquella teoría encontró su justificación más espléndida, pues la invasión de estrellas errantes y meteoros en la noche del 27 al 28 era de una frecuencia no observada hasta entonces. En el observatorio de Goettingen se contaron 7651 estrellas errantes durante el tiempo de 2 horas y 45 minutos, y durante la noche 80 bólidos de resplandor enorme. El número total de las estrellas errantes en aquella noche se estimó para toda la Tierra en varios centenares de millones. ¿Había chocado la Tierra con una parte del cometa en disolución? Las observaciones efectuadas en la región del cielo, que se hallaba opuesta a la

dirección de que vinieron las masas invasoras, dieron realmente el 2 de diciembre con una nubecita cósmica, con rastro luminoso, la que se alejó rápidamente y en el sentido supuesto. En el caso de que hubiese tenido una relación íntima entre la invasión cósmica, aquella nebulosa que se alejó y el cometa Biela, debió repetirse un acontecimiento semejante en el año 1885, es decir, después de dos revoluciones de la nube, pues siendo su tiempo de revolución aproximadamente 6 años y medio, las nubes llegarían después de una recorrida de su órbita al lugar del posible choque, cuando la Tierra estuviera en la parte opuesta, y recién después de la segunda revolución, Tierra y nube cósmica se encontrarían de nuevo.

Lo que se podía prever sucedió realmente y la invasión del 27 de noviembre de 1885 fué más potente aun que la de 1872. En Upsala se contaron en aquella noche aproximadamente 41.000 estrellas errantes, y en otros lugares se confirmó que durante el máximum había habido 5 a 8 estrellas errantes por segundo. Un observador en Malta estimó en 9000 las estrellas errantes que invadieron su campo de vista durante el tiempo del máximum, que duró 20 minutos; además contó 39 bólidos, cuyo resplandor superó al brillo de Venus.

El esparcimiento de las masas en la órbita parecía efectuarse con mucha rápidez, pues en noviembre de 1892 notóse una frecuencia de caídas algo mayor que en los años ordinarios, aunque la parte densa de las nubes había pasado este lugar ya medio año antes. La Tierra atravesó en 1892 indudablemente el extremo fin de las « nubes cósmicas ».

En 1898 debía acontecer otra invasión, pero esta vez el mundo entero esperó en vano el espectáculo celeste, y desde entonces el número de las caídas a fines de noviembre excede sólo en poco lo normal.

Los astrónomos, estudiando y calculando, conocieron pronto la causa de la desaparición de las aglomeraciones principales. Los restos del cometa « Biela » — sólo de éstos puede haberse tratado sin duda alguna — se habían acercado durante la últma révolución extremadamente a Júpiter, el que por su fuerza de atracción, habíalos obligado a seguir en adelante otro camino, como también había influído sobre la órbita de los enjambres del 13 de noviembre.

Probablemente no volveremos a ver nada del cometa Biela, ejemplar interesante entre sus iguales por las deducciones seguras, que nos permitió hacer.

La humanidad no necesita temer el año 1933.

CÁLCULO MECÁNICO DE SISTEMAS ELÁSTICOS

POR EL INGENIERO OTTO GOTTSCHALK

INTRODUCCIÓN

La Estática generalmente ha sido tratada como una ciencia matemática, expresándose en fórmulas y ecuaciones abstractas y complicadas, el juego de esfuerzos y trabajos que actúen en estructuras, manejando tales fórmulas de acuerdo con los procedimientos puramente matemáticos y traduciendo otra vez al final, en términos de resistencia, los resultados así obtenidos. Sin embargo, puede prescindirse de estos procedimientos, que más bien obscurecen que aclaran



los sucesos estáticos, operando directamente con las líneas elásticas que corresponden a los esfuerzos que se pretende determinar de un instrumento apropiado. Es con este propósito que el autor ha ideado el « Continostat Gottschalk », con el cual ha podido desarrollar los métodos descritos en este artículo y que permite determinar automática e instantáneamente las condiciones y exigencias de resistencia de cualquier estructura.

Seguramente a ningún profesional, aunque conozca bien a fondo la geometría analítica, se le ocurriría emplear las ecuaciones del círculo o tablas de ordenadas cada vez que necesitase un arco circular, mientras disponga de un compás. De igual manera no es lógico analizar en fórmulas, con gran sacrificio de tiempo y de trabajo mental, los sucesos elásticos, si con un solo movimiento los podemos producir en el mismo plano de la estructura. Ha sido esto el sueño de muchos ingenieros desde hace tiempo, y no faltan tentativas en la literatura técnica, si bien no parece que hayan tenido hasta ahora mayor consecuencia en la aplicación práctica. Debe mencionarse como contribuciones interesantes, el trabajo de D. B. Steinman de Nueva York, quien en su artículo *Influence Lines as Deflection Diagrams, Engineering Record*, noviembre 25 de 1916, explica la concepción moderna de las líneas de influencia, y de George Erle Beggs, de Princeton, Estados Unidos, en cuyo artículo *Determinación mecánica de los esfuerzos en construcciones complicadas, Ingeniería Internacional*, mayo 1922, describe muchos ejemplos de deformar modelos de cartulina o celuloide, leyendo con microscopio los desplazamientos y determinando los esfuerzos a base del teorema de Maxwell.

Empleando los métodos explicados en el artículo que sigue, la tarea de calcular sistemas elásticos, cualquiera que sea su complicación, queda reducida a dibujar instantáneamente líneas elásticas por medio del mencionado aparato « Continostat Gottschalk » y leer a simple vista las ordenadas en las secciones donde actúen fuerzas exteriores y multiplicar esas ordenadas con la fuerza respectiva. En pocos minutos se resuelven así problemas del cálculo estático de estructuras que con los métodos matemáticos exigen horas o días de trabajo intenso y expuesto a un sinnúmero de errores.

I

LÍNEAS DE INFLUENCIA

Consideramos como un ejemplo el pórtico de dos montantes indicado en línea cortada en la figura 1; el pie 2 del montante derecho tiene articulación, la base 1 está empotrada. Desplazamos 2 hasta 2′ por un trecho horizontal muy pequeño s, deformándose el pórtico como indicada la línea llena y desplazándose las secciones A, B, C..., hasta A,′ B′, C′... Estos pequeños movimientos tienen proyec-

ciones verticales u horizontales según sea el caso y_A, y_B, y_C... Supongamos ahora que en C actúe una carga P que produce, al moverse de s el apoyo 2 el trabajo $P \times y_C$; no actuando otra carga y no produciéndose trabajos internos mientras s es pequeño, el equilibrio de los trabajos exige :

$$H_2 s = P_C y_C,$$

es decir,

$$H_2 = P_C \frac{y_C}{s},$$

y haciendo $s = 1$:

$$H_2 \times 1 = P y_C.$$

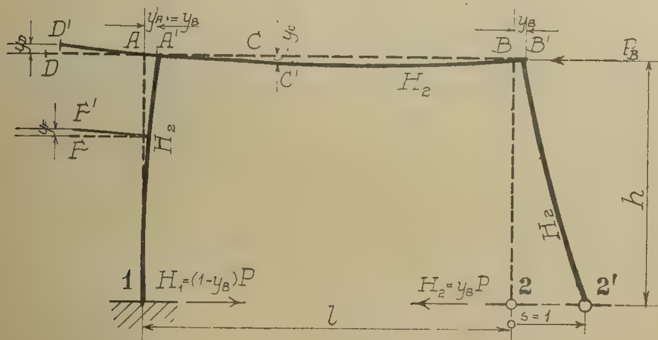


Figura 1

De igual modo, resulta :

$$H_2 \times 1 = P_B y_B,$$

cuando solamente actúa P_B, es decir, haciendo $s = 1$, el pórtico forma la línea de influencia para la reacción horizontal H_2.

El autor, después de muchos experimentos, ha podido comprobar que estas relaciones, que son correctas para desplazamientos virtuales, lo son también, con suficiente aproximación, para movimientos bien visibles y mesurables dentro de cierto límite, empleándose modelos compuestos de cintas de gran elasticidad y flexibilidad. Es esta experiencia la que permite prescindir de toda fórmula; el cálculo de sistemas elásticos se reduce, pues, a dibujar las líneas elásticas de influencia, leer el desplazamiento en dirección axial o transversal que sufre el punto donde actúe una carga, y multiplicarlo por la intensidad de tal carga.

Levantando el apoyo 2 de $s = 1$, según la figura 2, obtenemos automáticamente la línea de influencia de la reacción vertical V_2. Así una carga P_D en D, produce una reacción vertical

$$V_2 = P_D \frac{y_D}{s}$$

y una fuerza horizontal en B :

$$V_2 = P_B \frac{y_B}{s}.$$

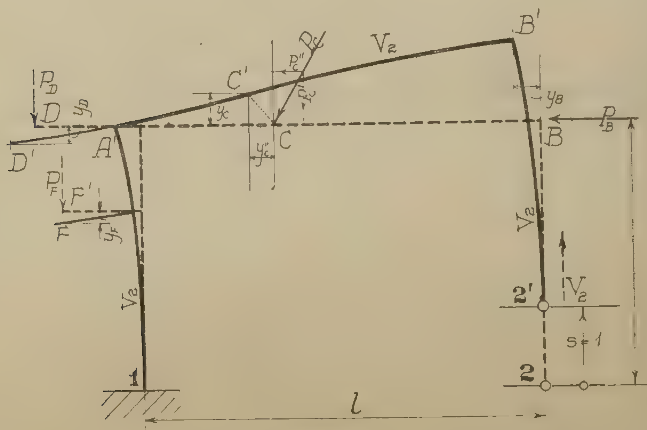


Figura 2

En cambio, una fuerza inclinada P_c en el punto C, cuyos componentes vertical y horizontal son P_c' y P_c'', respectivamente, producirá una reacción

$$V_2 = P_c' y_c' - P_c'' y_c'',$$

siendo y_c' e y_c'' las proyecciones vertical y horizontal, respectivamente, del desplazamiento del punto C.

Cortando la viga AB en C y separando, según la figura 3, de $s = 1$ las secciones convecinas C' y C'' en dirección axial, evitando todo movimiento transversal o giratorio, el pórtico elástico forma la línea de influencia para los esfuerzos normales en C. Una carga vertical P_F en F, produce en C una tracción de $N_c = P_F \frac{y_F}{s}$, siendo y_F la proyección

vertical del desplazamiento de F. En cambio, una fuerza horizontal P_E produce una compresión en C :

$$N_C = P_E \frac{y_E}{s}.$$

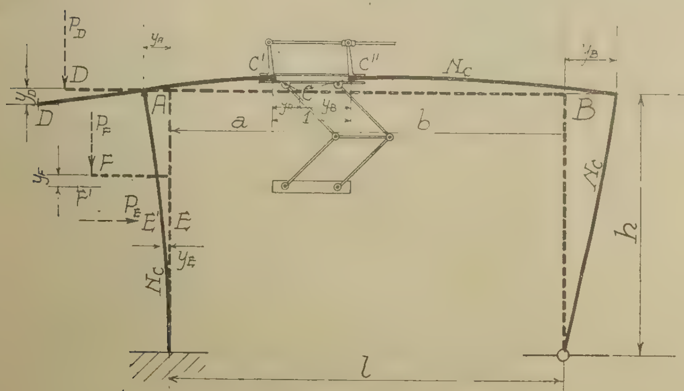


Figura 3

Cortando la viga AB en C, según la figura 4, y separando de $s = 1$ las secciones convecinas C′ y C″ en dirección transversal, evitando

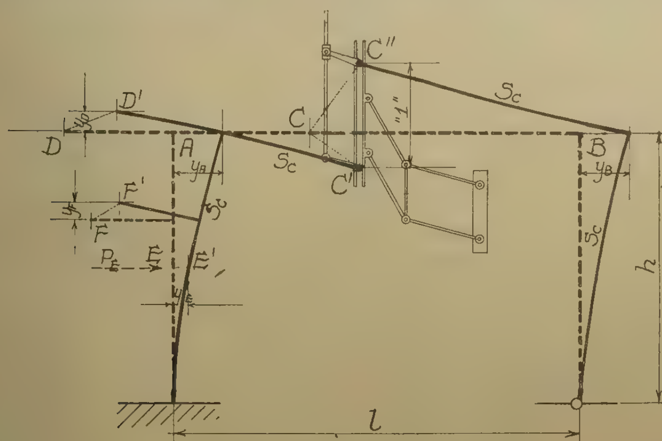


Figura 4

todo movimiento axial o giratorio de C′ con respecto a C″, el pórtico elástico forma la línea de influencia de los esfuerzos cortantes en C.

Cortando la viga AB en C, según la figura 5, y girando de 1 las dos secciones convecinas C′ y C″, una con respecto a la otra, impidiendo, sin embargo, toda separación transversal o axial de las mismas, es decir, suponiendo una articulación en C, el pórtico elástico forma la línea de influencia de los momentos flectores en C. Siendo, por ejem-

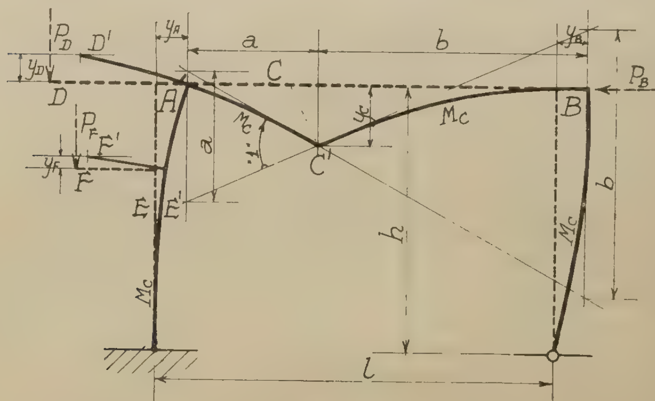


Figura 5

plo, y_B el desplazamiento horizontal del ángulo B que corresponde a la rotación 1, la fuerza P_B, horizontal en B, producirá el momento flector en C de : $M_C = P_B y_B$.

II

IMPORTANTES PROPIEDADES DE LAS LÍNEAS DE INFLUENCIA

Considerando las líneas de influencia como líneas elásticas de una viga elástica AB de sección constante, sometida a momentos de flexión en sus dos extremos, resulta la ecuación, según la figura 6, como función de los segmentos f_A y f_B que sobre la perpendicular en el centro de AB determinan las tangentes A y B :

$$y = 2\frac{x}{l}f_A - 2\frac{x^2}{l^2}(2f_A - f_B) - 2\frac{x^3}{l^3}(f_B - f_A).$$

Para $x = \frac{1}{2}l$, resulta $y = h$, o sea la altura de la curva en el centro :

$$h = \frac{1}{4}(f_A + f_B).$$

La relación entre los momentos flectores M_A y M_B y los segmentos f_A y f_B, según la figura 6*d*, es la siguiente :

$$\frac{M_A}{EI} = \frac{4}{l^2}(2f_A - f_B); \qquad \frac{M_B}{EI} = \frac{4}{l^2}(2f_B - f_A).$$

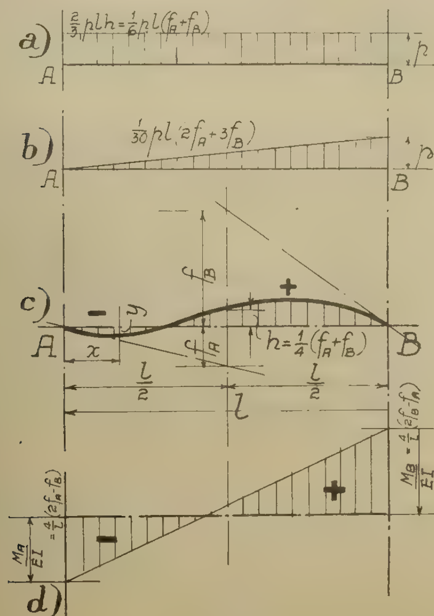


Figura 6

La superficie de influencia, es decir, la superficie entre la viga original y la flexada AB es (fig. 6*a*) :

$$F = \frac{2}{3}hl = \frac{l}{6}(f_A + f_B) = \frac{l}{30}(5f_A + 5f_B).$$

La misma superficie modificada con ordenadas, y $\frac{x}{l}$ correspondiente a una carga repartida que de 0, A aumenta hasta p en B :

$$F' = \frac{l}{30}(2f_A + 3f_B).$$

Estas expresiones sencillas matemáticas, determinadas por el autor para la superficie de líneas de influencia en vigas u otros miembros

de estructuras de sección constante, no valen solamente para la longitud total, sino también para una parte cualquiera y cualesquiera sean la longitud y el sentido de f_A y f_B.

III

RELACIONES TRIGONOMÉTRICAS DE LA ROTACIÓN «1»

Las cargas que puedan solicitar un sistema elástico, según indicamos en la figura 5, producen en C, a la distancia a del apoyo A, un mo-

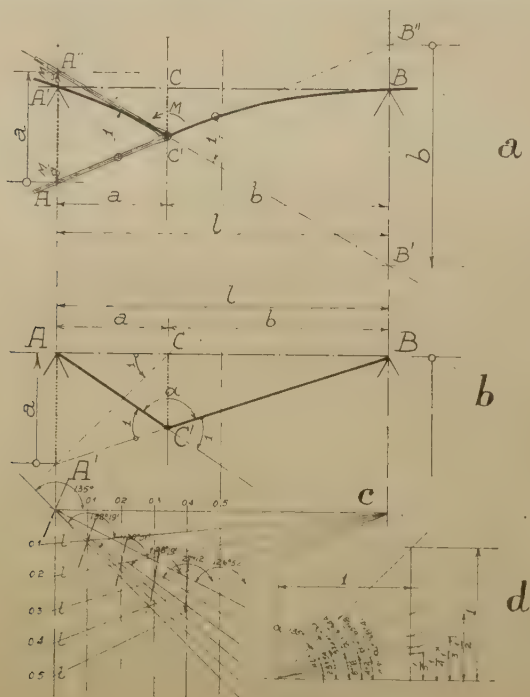


Figura 7

mento flector M, que, por su parte, produce el trabajo M $\times$ 1 al girar de 1 las secciones convecinas de C. Supongamos que este trabajo sea efectuado por medio de dos palancas fijadas a la viga AB a cada lado

de C, respectivamente, y que coincidan en su posición original con el eje de la viga AB. Al final de la rotación 1 las palancas tendrán la posición indicada en la figura 7 a, después de haber recorrido en la vertical, por el apoyo A, el camino y. La fuerza que tenía que actuar en cada momento en esta vertical, para producir este movimiento, es $\frac{M}{a}$, que al recorrer y efectúa el trabajo $\frac{M}{a}\,y$. Exigiendo la igualdad de trabajos $M \times 1 = \frac{M}{a} \times y$, resulta $y = a$ el segmento que en la

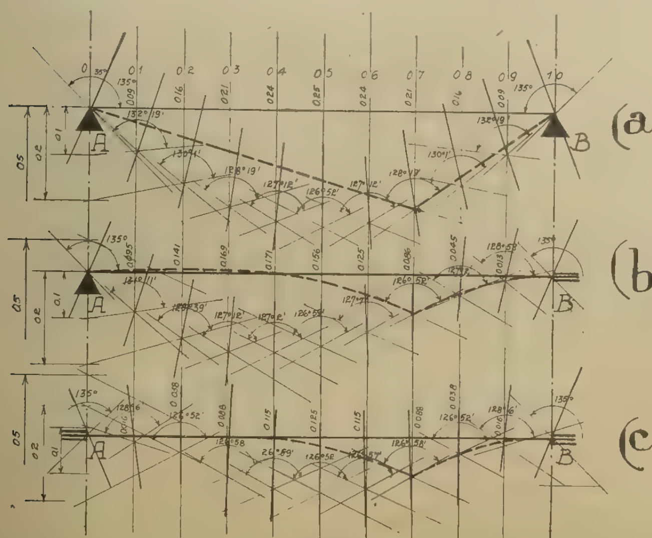


Figura 8

vertical por A determinan las palancas, o sean las tangentes en C.

En el caso de la viga simple, las dos tangentes pasan por los puntos de apoyo, según la figura 7 b. Los límites dentro de los cuales puede oscilar el valor del ángulo complementario α de la rotación 1, según la figura 7 c, es de 126°52′, cuando la línea media de α corre vertical con la viga AB, y 135° cuando la línea media de α tiene su mayor inclinación. Para este último caso conviene, a veces, saber los ángulos que corresponden a las fracciones $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}$, etc., de la rotación 1, cuyos valores están indicados en la figura 7 d.

Se ha preparado la figura 8 para demostrar el valor del ángulo com-

plementario α de la rotación 1 a varias distancias de los apoyos, y con el empotramiento parcial o total en los últimos. Según se notará, la diferencia entre el ángulo α máximo, que ocurre en los apoyos, y el mínimo en la parte central de las vigas, importa solamente hasta 6,5 por ciento; además, es interesante observar que, admitiendo una tolerancia de 1 por ciento, puede considerarse constante el ángulo en la mitad de la viga simple (fig. 8 *a*), desde $a = \frac{1}{5}$ hasta $a = \frac{9}{10}$, es decir, aproximadamente $\frac{7}{10\,l}$ de la viga empotrada en B (fig. 8 *b*), y por los $\frac{13}{15}$ medios en la viga empotrada en A y en B, según la figura 8 *c*.

Aprovechando estas condiciones, el autor ha ideado las vigas quebradas compuestas de dos pedazos de cinta elástica que, por medio de una grampa especial de influencia de los momentos flectores, en el punto de quebradura se ligan bajo el ángulo α y que forman la línea de influencia automáticamente. Resulta, pues, que la grampa con el ángulo mínimo sirve con suficiente exactitud para casi todo la longitud de la viga, y que con otra grampa más que tiene el ángulo máximo, se abarcan para propósitos prácticos todos los problemas que pueden presentarse en sistemas rectilíneos.

IV

LA VIGA CONTINUA

El caso de sistemas hiperestáticos que más se presenta en la vida práctica del ingeniero es la viga continua, lo que será, pues, tratado en primer lugar.

1. *Momentos flectores.* — Considérese de una viga continua de 4 tramos desiguales, según la figura 9, solicitada por cargas repartidas y concentradas, cuyos momentos flectores se trata de determinar.

Con este propósito, se colocan las reglas móviles del « Continostat » sobre los puntos de apoyo en el plano, y se pasa por estos últimos una cinta quebrada con una grampa llamada : « 1 : 4 ».

Para calcular el momento flector en E, colocamos la grampa bajo E (fig. 9 *a*), formando automáticamente la línea de influencia de M_E. Acompañamos en el plano en lápiz esta línea y marcamos las ordenadas en las secciones donde actúan fuerzas. Así una carga

concentrada $P_2 = 10$ toneladas, en E produce un momento flector:

$$M_E = 1,59 \text{ m} \times 10 \text{ t} = 15,9 \text{ tm},$$

en cambio, $P_1 = 5$ toneladas que actúe en G, produce en E el momento

$$M_E = 5 \times 0,59 = 2,95 \text{ tm}.$$

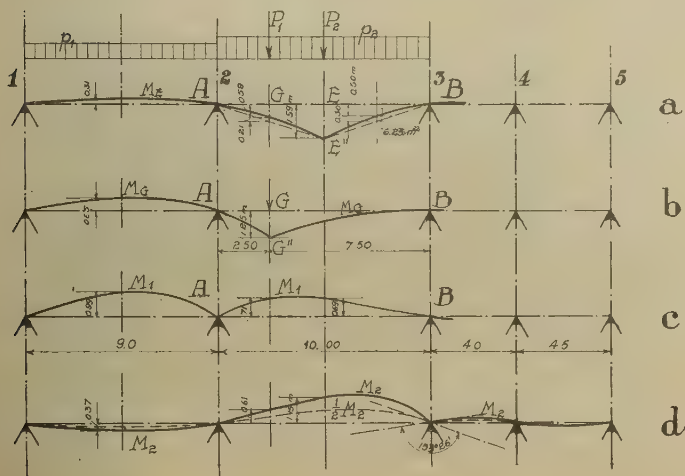


Figura 9

La línea de influencia M_E determina entre A y B una superficie:

$$F = 10 \times 1,59 \times \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \times 5 \times 0,21 - \frac{2}{3} \times 5 \times 0,30 = 6,25 \text{ m}^2;$$

actuando, pues, de A hasta B una carga uniformemente repartida de 3 toneladas métricas, resulta el momento flector en E:

$$M_E = 6,25 \text{ m}^2 \times 3 \text{ tm}^{-1} = 18,75 \text{ tm}.$$

Este sencillo procedimiento está ilustrado en la figura 10. Si se piden los momentos flectores M_G, en G se desliza la cinta hasta que la grampa quede bajo G, marcándose en el plano la línea elástica así

obtenida, que es la línea de influencia para M_G (fig. 9*b*). A la carga $P_2 = 5$ toneladas, pues, corresponde :

$$M_G = 5 \times 1,25 = 6,25 \text{ tm},$$

siendo 1,25 metros la ordenada en G.

Para determinar los momentos flectores en los apoyos, empleamos la grampa con el ángulo máximo, con la cual, colocada sobre A, se produce automáticamente la línea de influencia marcada en la figura

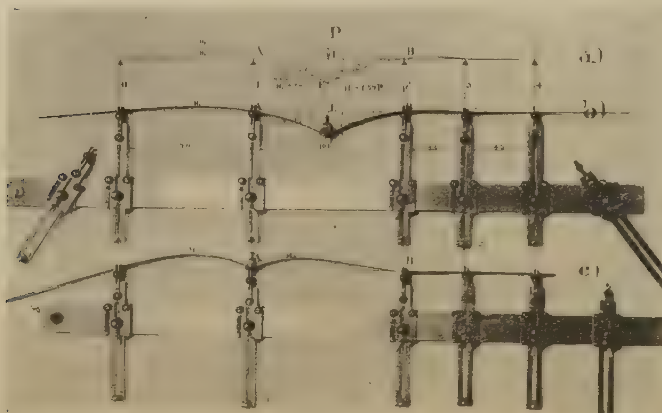


Figura 10

9*c*; para las cargas indicadas en la figura 9 resulta, pues, siendo $P_1 = 2$ toneladas métricas :

$$M_A = 0,71\,P_1 + 0,69\,P_2 + \frac{2}{3} \times 9 \times 0,99\,p_1 + \frac{2}{3} \times 10 \times 0,69\,p_2 = 20,99 \text{ tm}.$$

En la fotografía (fig. 10 *c*) está ilustrada esta última línea de influencia.

Los momentos M_B se obtienen según la figura 9*d*; para evitar esfuerzos desproporcionados en las cintas se emplean, generalmente, en los apoyos grampas « 0 », que corresponden a la rotación $\frac{1}{2}$ solamente, y, por lo tanto, hay que multiplicar por 2 las ordenadas así obtenidas.

2. *Fuerzas cortantes.* — Para encontrar las fuerzas cortantes en cualquier parte de la viga continua recién tratada, suponemos como eliminada la resistencia transversal separando de « 1 » los extremos de la cinta cortada, impidiendo todo desplazamiento recíproco axial o circular. En la figura 11 está demostrado un dispositivo apropiado

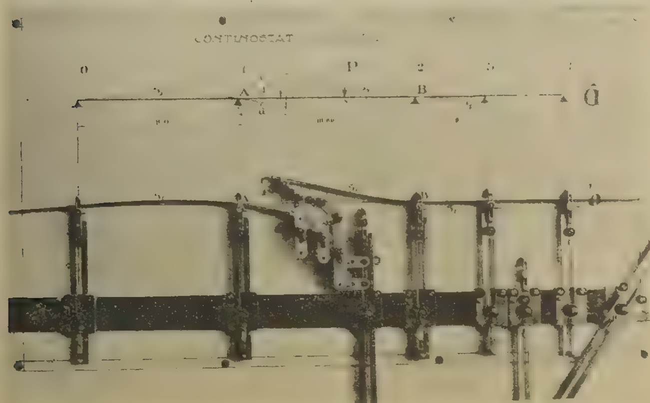


Figura 11

al propósito, que en el « Continostat » permite obtener instantáneamente, para cualquier punto de la viga continua, la línea de influencia de las fuerzas cortantes.

3. *Reacciones.* — Las reacciones se obtienen automáticamente desplazando aquel apoyo cuya reacción se quiere determinar. Moviendo el segundo apoyo, según la figura 12*b*, en 4 centímetros, la cinta elástica que pasa por todos los apoyos describe una curva, cuya ordenada en el punto E es de 2,16 centímetros. Por lo tanto, la reacción producida en el segundo apoyo por la carga P que actúa en E es :

$$R = \frac{2,16}{4} P = 0,54P.$$

En la misma forma se pueden trazar en un instante las líneas de influencia de las reacciones en todos los apoyos, como se indica en la figura 12*a*.

Otro ejemplo del cálculo inmediato de las reacciones preséntase

en la figura 13 *b*, en una viga de tres luces de 2,50, 11 y 6 metros, respectivamente. Desplazamos de « 1 » = 1,5 centímetros en el plano,

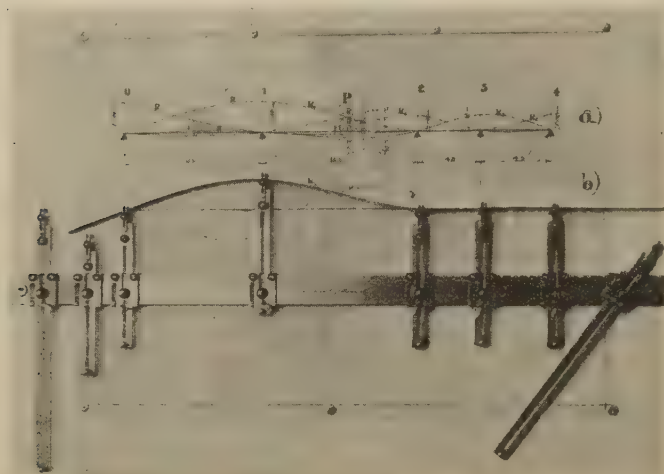


Figura 12

primero la regla correspondiente al apoyo exterior 1 y luego la del apoyo 2, y marcamos en el plano las líneas elásticas respectivas, obteniendo así las líneas de influencia R_1 y R_2, indicadas con líneas llenas

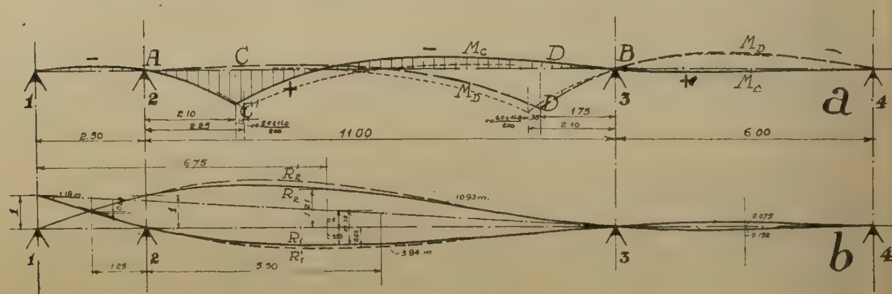


Figura 13

en la figura 13 *b*. La ordenada de la curva R_1 en el centro del primer tramo, dividida por 1,5 centímetros, resulta $\left(\frac{1}{2} - 0{,}04\right)$, y aquélla en el centro del segundo tramo, dividida por 1,5 centímetros, es 0,52;

de igual manera, la curva R_2 tiene en el centro, entre los apoyos 1 y 3, cuya distancia de uno al otro es $2{,}50 + 11 = 13{,}50$ metros, es decir, 6,75 metros del apoyo 1, la ordenada dividida por 1,5 centímetros, de 1,21. Pues bien, las reacciones R_1 y R_2, producidas por cargas concentradas P, son iguales al producto de tal carga con la ordenada de las curvas en el punto donde actúa; suponiendo, en cambio, una carga uniformemente repartida $p \frac{\mathrm{t}}{\mathrm{m}}$ entre los apoyos 1 y 3, resulta :

$$R_1 = \left(\frac{1}{2} \times 2{,}50 \times 1 - \frac{2}{3} \times 2{,}50 \times 0{,}04 - \frac{2}{3} \times 11 \times 0{,}52\right) p =$$

$$= -\frac{2}{3} \times 1{,}033 \times 13{,}50 + \frac{1}{2} \times 1 \times 13{,}50 =$$

$$= -2{,}66\ \mathrm{m} \times p \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}} = -2{,}66 p\ \mathrm{kg}$$

y

$$R_2 = \frac{2}{3} \times (2{,}50 + 11)\ 1{,}21 p = 10{,}93 p\ \mathrm{kg}.$$

Cuando aumentamos el momento de inercia en el apoyo 2 hasta el doble de aquél en las partes medias de los tramos, disminuye la reacción 1 y aumenta la reacción 2, según se nota en las líneas cortadas R_1' y R_2' de la misma figura 13 *b*.

4. *Superficies de momentos flectores.* — Para poder juzgar en una viga continua de cemento armado de 2,50, 11 y 6 metros de luces, según está demostrado esquemáticamente en la figura 12 *a*, hasta qué sección del tramo AB exijan armadura superior, determinamos instantáneamente, con el « Continostat », los puntos C y D a 2,10 y 1,75, respectivamente, de los apoyos 2 y 3, cuya superficie de influencia para M_C y M_D resulta cero, por compensarse las partes positivas y negativas. Esto se puede determinar fácilmente a ojo, deslizando la cinta quebrada, porque al mover las grampas « 1 : 4 », que forman la quebradura, un poco más hacia adentro, aumentan tanto las superficies positivas que, aun con sobrecargas muy grandes, en comparación con la carga constante, las superficies negativas no alcanzan a las positivas. Como regla sencilla, puede suponerse que no habrá momentos negativos a más de la $\frac{1}{200}$ parte del producto de las dos luces convecinas del apoyo respectivo, luz dentro de las secciones C y D.

5. *Reducción de momentos en el centro reforzando los apoyos.* — En el tramo interior AB de una viga continua resultan los momentos flectores en el centro C, según la línea de influencia M_{C1} indicada en la figura 14; se pide la reducción de estos momentos en el centro reforzando la viga en los apoyos.

Se colocan pedazos cortos de cintas que se adapten al refuerzo proyectado, por cuya acción se levanta automáticamente la curva de influencia, según se ve en la figura 14. Colocando cintas de 0,5 milímetros de espesor con otras de 0,72 milímetros del mismo ma-

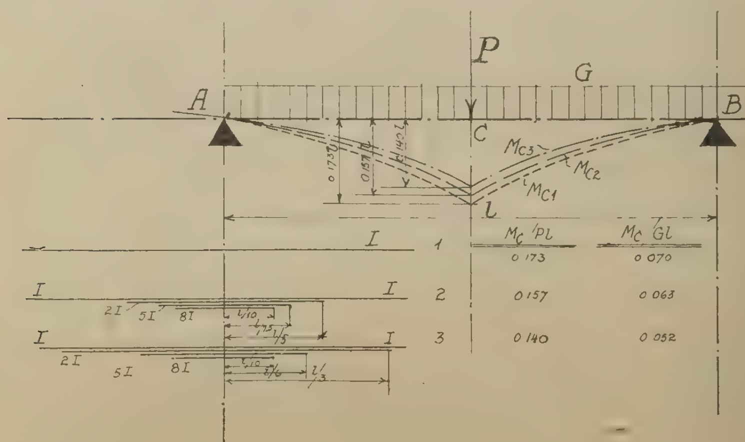


Figura 14

terial, siendo $0{,}72^3 \sim 3 \times 0{,}5^3$, se pueden obtener las combinaciones 1, 2 y 3 indicadas esquemáticamente en la figura; las reducciones del momento flector en el centro que así se obtienen son, para la carga concentrada P, de 9 y medio y 19 por ciento, respectivamente; para la carga repartida G, en cambio, las reducciones son de 10 y 26 por ciento, respectivamente. Para que el esfuerzo, pues, en los apoyos, alivie bien el centro, es importante que se acerque lo más posible al centro de los tramos.

6. *Influencia de la sección variable en tramos adyacentes.* — La falta de tiempo, muchas veces, impide tomar en cuenta variaciones de los momentos de inercia en las varias aberturas de vigas continuas y, generalmente, no se dan cuenta los profesionales, todavía, cuán grandes son los errores que así se cometen.

Considérese (fig. 15), dos tramos interiores de una viga continua de 4,50 y 10 metros, respectivamente, siendo el último tramo solicitado a 1,50 metros de distancia del apoyo 2, por una carga concentrada P = 52 toneladas. Se pide el momento flector en el apoyo 2.

Suponiendo un momento de inercia constante, resulta la línea de influencia entrecortada M_2' (fig. 15), que a 1,50 metros del apoyo 2 determina una ordenada de $2 \times 0,45 = 0,90$ metros, resultando, por lo tanto : $M_2' = 0,90 \times 52 = 46,8$ tonelada metros; agregándose ahora en el tramo 2-3 una cinta de doble espesor, es decir, del octuple momento de inercia, resulta la ordenada en el lugar de la carga : $2 \times 0,15 = 0,30$ metros, y, por lo tanto : $M_2 = 0,30 \times 52 = 15,6$ tonelada metros, o sea solamente la tercera parte del momento flector supuesto M_2'. Esto quiere decir que, según el método acostumbrado, se comete un error de 200 por ciento.

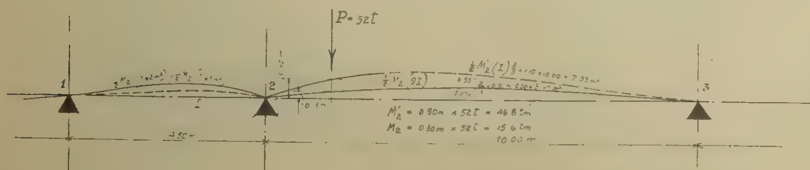


Figura 15

Si los dos tramos de referencia fuesen cargados con una carga repartida g en tonelada metros, el momento flector con las superficies de influencia indicadas en la figura 15, resultaría :

$$M_2' = (7,33 + 0,63)\,g = 7,96g,$$

en vez de

$$M_2\,(3,40 + 1,62)\,g = 5,02g \text{ tm}$$

según debe ser, o sea un error de no menos de 59 por ciento.

V

PÓRTICOS

Determinación automática instantánea de momentos flectores, reacciones verticales y horizontales, esqueletos completos de sección variable. — En las figuras 1 a 5 ya había sido claramente demostrada la aplicación de los métodos mecánicos a sistemas que no sean rectili-

neares, entonces se había tratado de un pórtico de una abertura con voladizas.

El procedimiento indicado no cambia en nada cuando se trata de mayor número de aberturas y cuando los montantes están empotrados en sus pies. Se han reproducido unas fotografías del cálculo automático de un pórtico de dos tramos distintos de l_1 y l_2 de luz y de altura h y cuya columna central está empotrada en su pie, según indican los fotografías (figs. 16, 17 y 18). Con este propósito componemos rápidamente el sistema empleando grampas de empalme llamadas

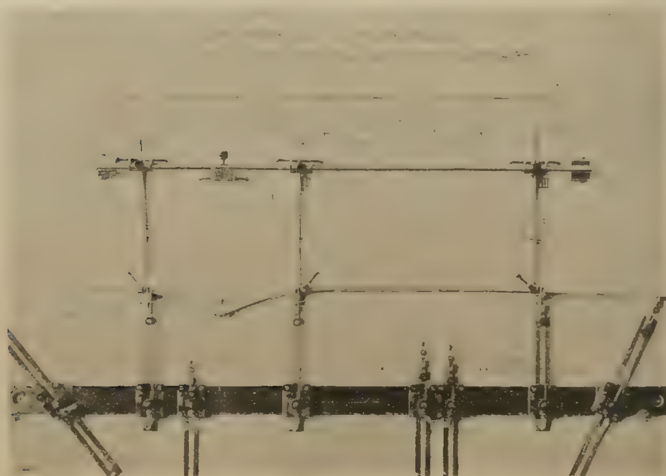


Figura 16

« 1 : 2 » y lo colocamos al revés sobre el plano dibujado en papel milimetrado, teniéndolo firme en los puntos de empalme a las distancias l_1 y l_2 con la contraregla que corre sin fricción sobre rodillos en sus dos extremos y sobre la cual, por su parte, se deslizan abrazaderas.

Para calcular el momento flector en el centro del primer tramo C, juntamos, según figura 16, dos pedazos de cinta en C con la grampa 1 : 4, cuidando bien que los pies de las columnas guarden bien su distancia por medio de las abrazaderas en la contraregla y que la cinta de la segunda columna corra vertical en su pie y deslizamos todo el « Continostat » con el modelo hasta que los apoyos de las columnas vuelvan a su sitio primitivo. Marcamos las curvas formadas por el

modelo, que en su conjunto son la línea de influencia de los momentos flectores M_c; para conocer el momento M_c que reproduce una carga P en un punto cualquiera, multiplicamos P por la ordenada que la curva determina con respecto al sistema original que en la figura 16 está indicada en puntilíneas. La línea cortada, que en la figura 23 pasa por los puntos 1, 2 y 3, es la línea de influencia de M_c para la viga continua de tramos l_1 y l_2; que resultaría si no se tomasen en consideración sus empotramientos con las columnas, resultando con ordenadas y por lo tanto con momentos M_c mucho más grandes.

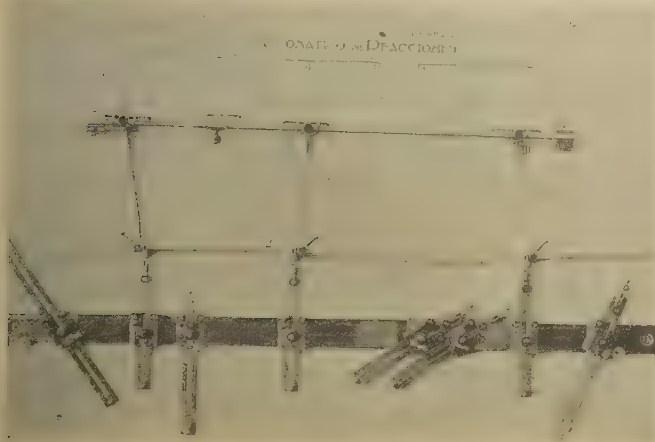


Figura 17

Para encontrar el empuje horizontal H_{II} desplazamos en la contra-regla el apoyo II (fig. 17) de una unidad, por ejemplo 3 centímetros. Siendo empotrado el apoyo II, mantenemos bien la posición vertical de la cinta en II por medio de los tornillos de la abrazadera; luego deslizamos otra vez el «Continostat» sobre chinches grandes por debajo, que guían la regla principal en dirección horizontal y tenemos la línea de influencia para H_{II}.

En cambio, obtenemos automáticamente la línea de los momentos flectores M_3 (fig. 18) en el ángulo 3, rotando de una unidad la columna III-3 y la viga 1-2-3, la una con respecto a la otra, y deslizando el aparato con el modelo hasta que los pies de las columnas vuelvan a su lugar en el plano. Para evitar deformaciones desproporcionadas,

se ha efectuado en la figura 18 una rotación $\frac{1}{2}$ solamente y por lo tanto hay que multiplicar por 2 las ordenadas obtenidas. Las mismas ordenadas divididas por la altura h del pórtico sirven para determinar la reacción horizontal H_{III} puesto que $M_3 = h \times H_{III}$.

Un ejemplo de aplicación en la práctica se ha ilustrado en la figura 19. Trátase de un esqueleto de un edificio de 11 pisos de altura, incluyendo los dos sótanos, y de solamente 10 metros de ancho entre eje y eje de las columnas exteriores. Los pisos superiores están ex-

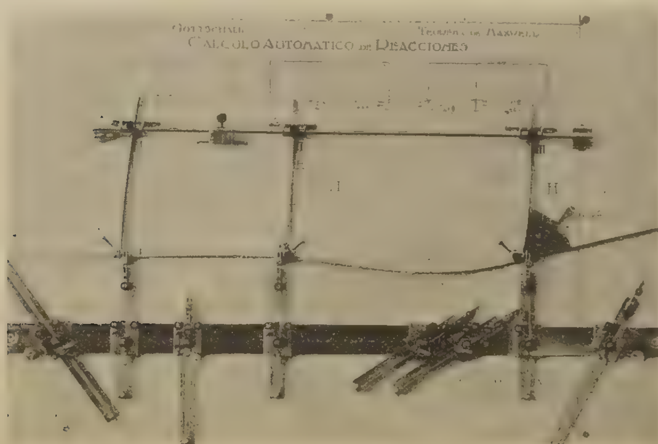


Figura 18

puestos al viento y el esqueleto en consideración tiene que resistir la presión de viento de una faja de 9,25 metros con un total de 30,2 toneladas en el piso de mayor altura y por ende el piso más solicitado, que es el piso bajo.

Trátase de determinar los momentos flectores en las secciones 1-1 al 5-5 producidas por las cargas verticales y por la presión horizontal de viento indicadas. Se compone rápidamente el modelo por medio de cintas y grampas de empalme, tomando bien en cuenta el aumento del momento de inercia por cintas adicionales según queda indicado en el corte principal de la figura 19*a*.

En el centro de la viga superior del piso bajo se aplica la grampa « 1 : 4 », según se indica en la figura 19*b*, y es interesante notar la in-

fluencia de los refuerzos en los extremos de la viga, por cuanto la carga repartida de 22,1 toneladas sobre la luz de 10 metros da un momento de sólo 7,70 toneladas métricas, o sea $P \times \frac{l}{28,7}$, o sea menos que en la viga completamente empotrada de sección constante.

En las demás secciones, que se encuentran cerca de puntos de em-

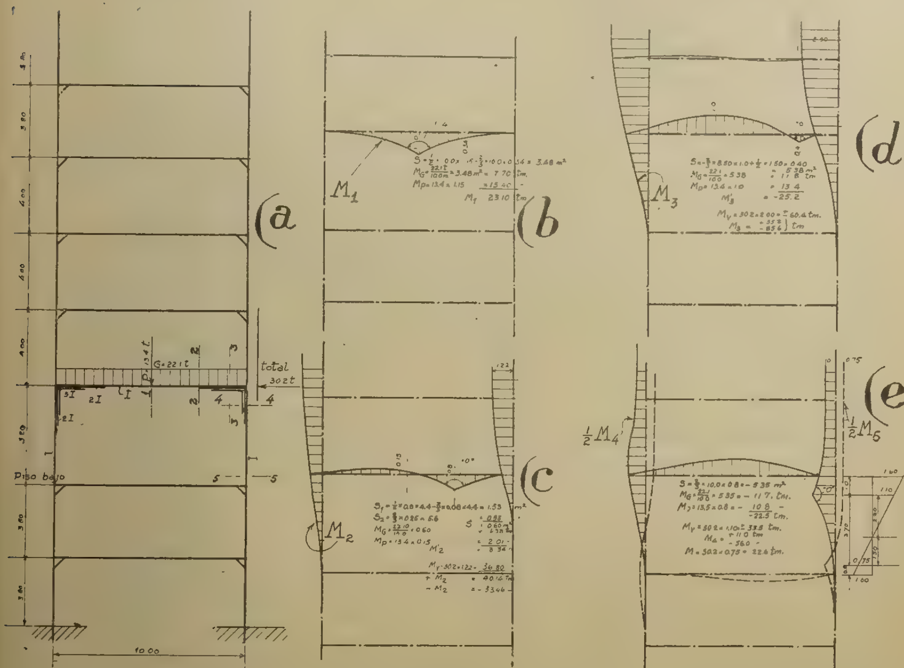


Figura 19

palme, se emplea la grampa « 0 », cuyo ángulo corresponde a la media rotación de empotramientos. Todos los momentos están anotados en las figuras 19 *a*, *b*, *c* y *d*. Resulta sumamente interesante la línea de influencia en cuanto al desplazamiento horizontal que corresponde a la influencia de la presión horizontal del viento; se nota que desde pocos metros arriba del piso deformado esta línea corre completamente vertical, es decir, que para los momentos flectores es indiferente la altura en la cual actúa el viento.

El desplazamiento horizontal del sistema deformado, es decir el

momento flector, producido por el viento, es nulo en el centro de las vigas horizontales, según la figura 16*b*, y en cierta sección de las columnas según la figura 19*e*.

VI

VIGAS VIERENDEEL

Determinación automática instantánea de momentos flectores, fuerzas cortantes y normales en vigas Vierendeel simétricas o irregulares. — Para estructuras en hormigón armado resulta muchas veces de gran conveniencia la viga reticulada sin diagonales, la que sin duda se emplearía con frecuencia, disponiendo en el futuro de métodos rápidos y exactos de determinación estática en vez de los cálculos aproximados matemáticos en uso hasta ahora.

Un problema típico está resuelto en la figura 20. La fachada del mismo edificio, cuya estructura interior se calculó según la figura 19, tiene dos filas de columnas interiores en toda su altura, salvo en el piso bajo. Resultó como resolución más indicada formar una cabriada rígida, aprovechando las vigas de frente del primer y segundo piso y las cuatro columas verticales, que unen aquellas vigas. Aplicando la grampa « 0 » en el punto 5-5 del cordón bajo, resulta la línea de influencia de los medios momentos flectores en 5-5, según se indica en la figura 20*a*, multiplicada ya con 2. De igual modo resultan instantáneamente los momentos flectores en las secciones 3-3, 4-4, 6-6 y 7-7, cuyas líneas de influencia indican en la figura 20*a* las líneas cortadas y punteadas. Con las ordenadas y las cargas indicadas en la misma figura, resultan pues, los momentos flectores :

$$M_3 = 68\ t\ (0{,}02 + 0{,}19)\ m = 14{,}28\ tm$$
$$M_4 = 68\ t\ (0{,}13 + 0{,}36)\ m = 32{,}32\ tm$$
$$M_5 = 68\ t\ (0{,}42 + 0{,}12)\ m = 36{,}72\ tm$$
$$M_6 = 68\ t\ (0{,}06 + 0{,}19)\ m = 17{,}00\ tm$$
$$M_7 = 68\ t\ (0{,}30 + 0{,}18)\ m = 32{,}64\ tm.$$

En la figura 20*b*, en cambio, están indicadas las líneas de influencia de las fuerzas cortantes en las secciones 1-1, 2-2 y 3-3, obtenidas separando de una unidad en dirección transversal dos secciones convecinas manteniendo paralelos uno al otro los extremos de la cinta así cortada. Las superficies de influencia sombreadas corresponden a la

fuerza cortante V_1 en la sección 1-1; tanto la unidad 1-1 como las ordenadas han sido duplicadas en la figura con respecto a las dimensiones de la figura y a las dimensiones de la cabriada, para mayor claridad. Con las ordenadas divididas por la unidad, cada vez indica-

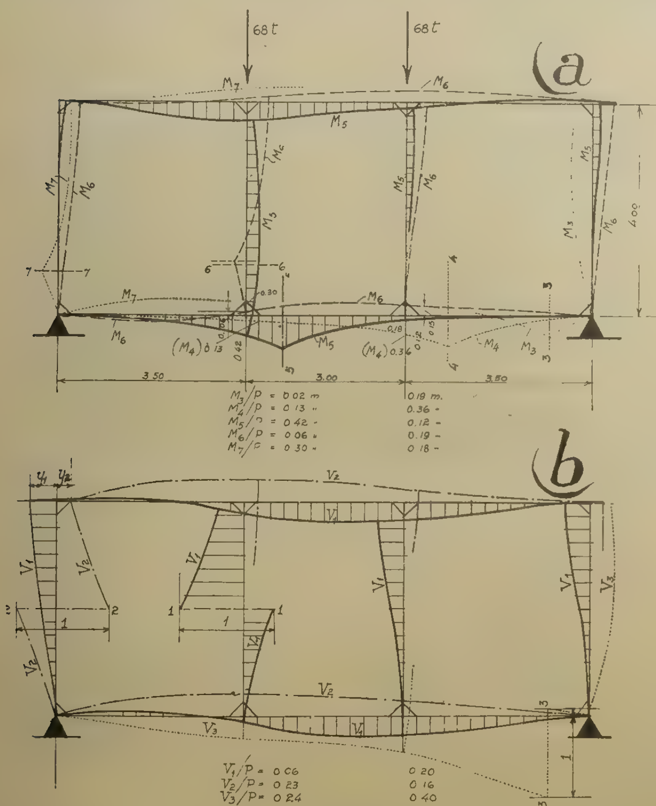


Figura 20

das en la figura 20 *b*, el cálculo de las fuerzas cortantes resulta según sigue:

$$V_1 = 68\,t\,(0{,}06 + 0{,}20) = 17{,}68\,t$$
$$V_2 = 68\,t\,(0{,}23 + 0{,}16) = 27{,}52\,t$$
$$V_3 = 68\,t\,(0{,}24 + 0{,}40) = 43{,}52\,t.$$

Las ordenadas y las líneas de influencia en la parte alta indican

los momentos flectores y las fuerzas cortantes respectivamente producidas por una carga horizontal H que actúe en la altura del cordón alto.

En la figura 21 *a* está fotografiada una viga Vierendeel irregular, de 15 metros de luz y de 4 metros de altura, cuyo cordón superior está escalonado. Produciendo al pie del segundo poste la rotación $\frac{1}{2}$ con

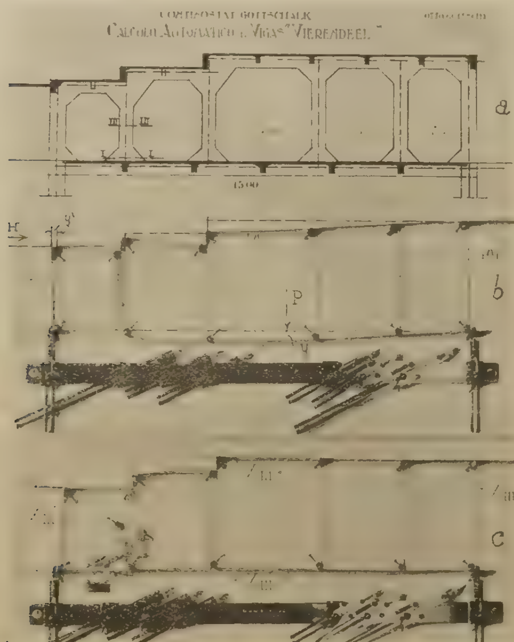


Figura 21

respecto al cordón bajo por medio de una grampa « 00 », según figura 21 *b*, el modelo de la viga toma automáticamente la forma de la línea de influencia de los $\frac{1}{2}$ momentos flectores en la sección I-I. Una carga vertical P produce pues, en I-I, el momento flector P*y*, la carga horizontal H que actúe en el cordón superior el momento H*y*.

Separando en III-III la cinta, según la figura 21 *c*, sin que haya desplazamientos axiales ni circulares en los extremos de separación, obtenemos la línea de influencia de las fuerzas cortantes X_{III}.

De manera parecida obtenemos, según la figura 22*a*, la línea de influencia de los $\frac{1}{2}$ momentos flectores M_{II} que solicitan la sección II-II, empleando la grampa « 0 », y según la figura 22*b* la línea de influencia de las fuerzas normales N_{IV} que solicitan en compresión o tracción en la sección IV-IV, por medio del mismo dispositivo empleado más

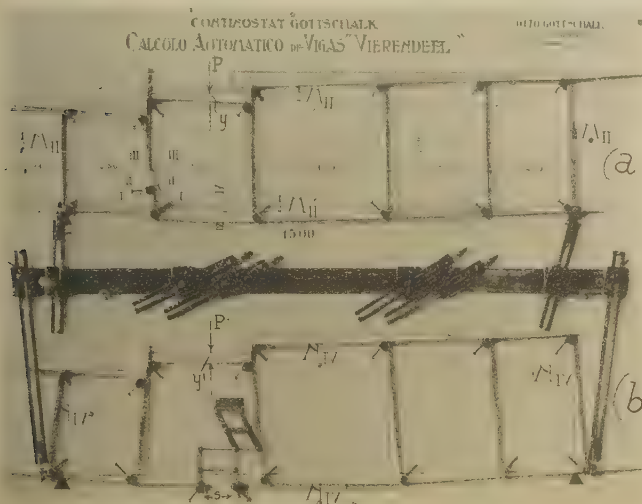


Figura 22

arriba para determinar la línea de influencia de fuerzas cortantes. Para una carga P, según se indica en la figura 22, resultan, pues, el momento flector $M_{II} = 2yP$ y la fuerza normal $N_{IV} = \frac{y'}{S} P$.

VII

PRECISIÓN DE LOS RESULTADOS

Siendo de fundamento indiscutible las bases sobre las cuales se establecen los métodos mecánicos expuestos en este artículo, los resultados también son correctos si se evita durante las operaciones exceder el límite de elasticidad en el material de las cintas elásticas y siempre que se mantengan relativamente pequeños los trabajos inte-

riores de deformacion y los alargamientos de los varios miembros del modelo de la estructura que se estudie.

La comparación con resultados obtenidos por los métodos matemáticos acostumbrados, permite anunciar las siguientes observaciones generales:

1. *Exactitud de momentos flectores en general.* — Los momentos flectores obtenidos por medio de la grapa « 1 : 4 » en las $\frac{3}{5}$ partes interiores de vigas y columnas dan concordancias sorprendentes con los resultados matemáticamente obtenidos; aun sin mayor precaución los resultados no difieren en más de 2 por ciento en el tramo a calcular se cada vez. Puesto que generalmente se puede calcular fácilmente toda una viga conociendo el momento flector en el centro, se recomienda determinar con preferencia este último.

2. *Precauciones convenientes para momentos de empotramiento.* — Por las razones expuestas al principio de este capítulo, se emplean

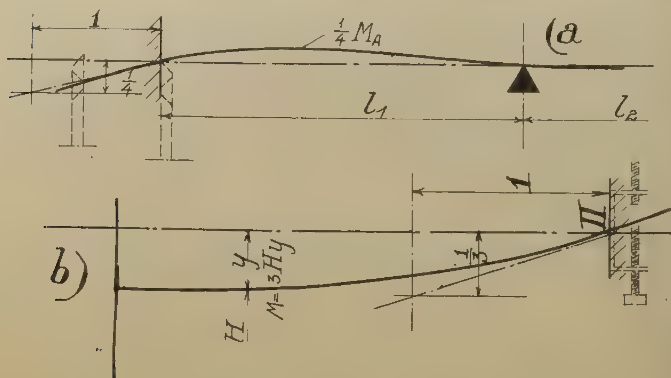


Figura 23

cerca de los apoyos de vigas o pies de columnas las grapas « 0 » o « 00 », que determinan la línea de influencia de los $\frac{1}{2}$ momentos flectores, así que hay que multiplicar las ordenadas obtenidas con 2. En los casos de empotramiento completos se prescinde del empleo de grapas girando la cinta en el punto de apoyo de $\frac{1}{4}$ o a lo sumo de $\frac{1}{3}$.

según la figura 23; esta rotación se obtiene por medio de una regla móvil aplicada afuera en vigas (fig. 23 *a*) y por medio de los tornillos en las contrareglas al pie de columna (fig. 23 *b*). Es fácil mantener las diferencias, comparando con cálculos matemáticos, dentro del 6 por ciento.

3. *Precauciones para desplazamientos lineales.* — Los desplazamientos lineales según se empleen, por ejemplo, para determinar reacciones, fuerzas cortantes y fuerzas normales, deben, en lo posible, no exceder la $\frac{1}{5}$ parte de la distancia de la sección desplazada al más próximo punto de sosten del mismo miembro de estructura. Con esta precaución las ordenadas resultan exactas; los errores en la lectura pueden alcanzar a 4 por ciento.

4. *Precauciones para estructuras compuestas.* — En estructuras que no sean rectilíneas conviene producir los desplazamientos deseados, primero en un sentido y luego en sentido opuesto; así se neutralizan algo los errores en uno u otro sentido. Al mismo tiempo resultan de este modo ordenadas más grandes y más fáciles de leer correctamente.

Si se toma en cuenta que las indicaciones de cargas para la misma clase de estructura a veces difieren hasta el 30 por ciento, y considerando los enormes errores a que pueden conducir las suposiciones usuales, necesarias para los cálculos matemáticos, resultan insignificantes las posibles inexactitudes indicadas en este capítulo. Además, hay que notar que, especialmente en pórticos, los resultados obtenidos automáticamente corresponden mejor a las condiciones actuales de la obra que las suposiciones que hay que admitir para hacer posible los cálculos matemáticos.

VIII

REVISACIÓN CON DEFORMACIONES ACTUALES

Sea AB una viga originalmente recta que forme parte de una estructura elástica cualquiera y cuya sección sea constante en toda su longitud. Cargando esta viga con una fuerza cualquiera P, resulta una línea elástica, según la figura en la tabla que sigue, cuya flecha

en el centro de AB sea h y cuyas tangentes en los apoyos determinen sobre la vertical en el centro los segmentos f_A y f_B respectivamente. La relación entre f_A, f_B y h depende únicamente de la forma de la carga, cualquiera sea la intensidad de la misma.

El autor ha podido desarrollar expresiones exactas para determinar los momentos de empotramiento parcial en A y B cuando se conocen los valores h, f_A y f_B y la forma de la carga (*Anales de la Sociedad científica argentina*, tomo XCVI, pág. 177, 1923 y *Der Bauingenieur*, Berlín, mayo 15, 1924); en la tabla más abajo se han compilado los coeficientes obtenidos.

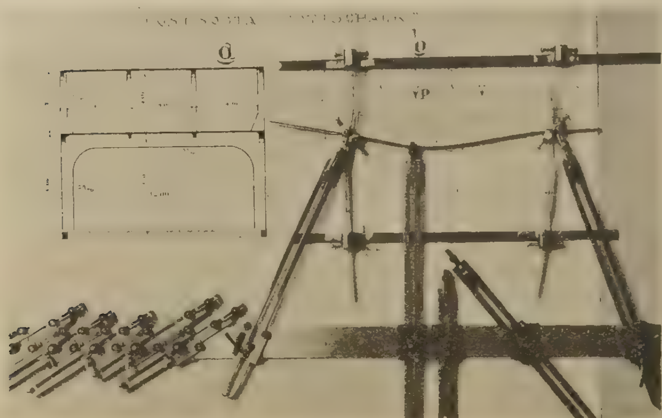


Figura 24

Como un ejemplo, se ha mostrado en la figura 24*a* el esquema del esqueleto de un hotel, construído hace poco en territorio sísmico. Para calcular el momento flector en la viga principal de 12 metros de largo, se sostiene la cinta correspondiente en sus extremos según figura 24*b* y se carga la misma con una regla móvil en el centro de una de las columnas interiores, es decir en el tercio punto, hasta que la flecha en el centro alcance un valor redondo que nos convenga, por ejemplo 3 centímetros. Luego trazamos las tangentes en los apoyos y medimos f_A y f_B.

Entonces resulta :

$$M_A = m_A Pl \qquad y \qquad M_B = m_B Pl,$$

en donde, según la tabla,

$$m_A = \frac{(48h - 22f_A - 7f_B)}{81\,(4h - f_A - f_B)} \quad \text{y} \quad m_B = \frac{(24h - 16f_B - f_A)}{81\,(4h - f_A - f_B)}.$$

P es la carga de la columna y l el largo de la viga.

Este método puede resultar conveniente para la revisación de viga cualquiera que forma parte de una estructura complicada. Nos permite despreocuparnos por completo de los otros miembros de la es-

CONTINOSTAT GOTTSCHALK.

MOMENTOS DE CONTINUIDAD

$D = 4h - f_A - f_B$; $M_A = m_A Pl$, $M_B = m_B Pl$

CARGA	$m_A D$	$m_B D$
	$\frac{1}{24}(12h - 7f_A - f_B)$	$\frac{1}{24}(12h - 7f_B - f_A)$
	$\frac{2}{81}(36h - 19f_A - 4f_B)$	$\frac{2}{81}(36h - 19f_B - 4f_A)$
	$\frac{1}{48}(60h - 31f_A - 7f_B)$	$\frac{1}{48}(60h - 31f_B - 7f_A)$
	$\frac{1}{24}(8h - 4f_A - f_B)$	$\frac{1}{24}(8h - 4f_B - f_A)$
	$\frac{1}{240}(100h - 53f_A - 11f_B)$	$\frac{1}{240}(100h - 53f_B - 11f_A)$
	$\frac{a}{3l}(12(1-\frac{a}{l})h - (3+9\frac{a}{l}-16\frac{a^2}{l^2})f_A - (3-9\frac{a}{l}+8\frac{a^2}{l^2})f_B)$	$\frac{a}{3l}(12(1-\frac{a}{l})h - (3+9\frac{a}{l}-16\frac{a^2}{l^2})f_B - (3-9\frac{a}{l}+8\frac{a^2}{l^2})f_B)$
	$\frac{1}{24}((12-4\frac{a^2}{l^2})h - (7-21\frac{c}{l}+18\frac{c^2}{l^2})f_A - (1+9\frac{c}{l}-9\frac{c^2}{l^2})f_B)$	$\frac{1}{24}((12-4\frac{a^2}{l^2})h - (7-21\frac{c}{l}+18\frac{c^2}{l^2})f_B - (1+9\frac{c}{l}-9\frac{c^2}{l^2})f_B)$

CARGA			$m_A D$	$m_B D$
			$\frac{b^2}{3l^3}(12\frac{a}{b}h - (9\frac{l}{b}-11)f_A - f_B)$	$\frac{b^2}{3l^3}(12\frac{a}{b}h - (3\frac{l}{b}-5)f_B - (3\frac{l^2}{b^2}-9\frac{l}{b}+7)f_A)$
			$\frac{a^2}{3l^3}(12\frac{b}{a}h - (3\frac{l}{a}-5)f_A - (3\frac{l^2}{a^2}-9\frac{l}{a}+7)f_B)$	$\frac{a^2}{3l^3}(12\frac{b}{a}h - (9\frac{l}{a}-11)f_B - f_A)$
a/l	b/l	a/b		
$1/10$	$9/10$	$1/9$	$\frac{1}{3000}(972h - 898f_A - 217f_B)$	$\frac{1}{3000}(108h - 79f_B - f_A)$
$1/5$	$4/5$	$1/4$	$\frac{1}{375}(192h - 70f_A - 37f_B)$	$\frac{1}{375}(48h - 34f_B - f_A)$
$1/4$	$3/4$	$1/3$	$\frac{1}{192}(108h - 43f_A - 19f_B)$	$\frac{1}{192}(36h - 25f_B - f_A)$
$1/3$	$2/3$	$1/2$	$\frac{1}{81}(48h - 22f_A - 7f_B)$	$\frac{1}{81}(24h - 16f_B - f_A)$
$2/5$	$3/5$	$3/2$	$\frac{8}{375}(27h - \frac{63}{4}f_A - \frac{13}{4}f_B)$	$\frac{8}{375}(18h - \frac{23}{2}f_B - f_A)$
$1/2$	$1/2$	1	$\frac{1}{24}(12h - 7f_A - f_B)$	$\frac{1}{24}(12h - 7f_B - f_A)$
$3/5$	$2/5$	$3/2$	$\frac{8}{375}(18h - \frac{23}{2}f_A - f_B)$	$\frac{8}{375}(27h - \frac{63}{4}f_B - \frac{13}{4}f_A)$
$2/3$	$1/3$	2	$\frac{1}{81}(24h - 16f_A - f_B)$	$\frac{1}{81}(48h - 22f_B - 7f_A)$
$3/4$	$1/4$	3	$\frac{1}{192}(36h - 25f_A - f_B)$	$\frac{1}{192}(108h - 43f_B - 19f_A)$
$4/5$	$1/5$	4	$\frac{1}{375}(48h - 34f_A - f_B)$	$\frac{1}{375}(192h - 70f_B - 37f_A)$
$9/10$	$1/10$	9	$\frac{1}{3000}(108h - 79f_A - f_B)$	$\frac{1}{3000}(972h - 898f_B - 217f_A)$
			$\frac{1}{120}(32h - 18f_A - 3f_B)$	$\frac{1}{120}(48h - 22f_B - 7f_A)$
			$\frac{1}{80}(20h - 9f_A - 3f_B)$	$\frac{1}{80}(20h - 9f_B - 3f_A)$

tructura, cuya rigidez relativa se expresa automáticamente en la inclinación de las tangentes. Cargas repartidas se substituyen por dos cargas concentradas iguales, las cuales producen, tirando por los rollos previstos al propósito con un hilo de seda, dos reglas móviles con igual fuerza. Para substituir cargas uniformemente repartidas las dos fuerzas deben actuar en 0,29l de los dos apoyos, según se indica en los dibujos de la tabla.

Los errores admisibles con este procedimiento alcanzan a 10 por ciento. Aunque los coeficientes indicados han sido calculados suponiendo una sección constante por toda una viga, su válidos con suficiente exactitud cuando la última tiene refuerzos en los apoyos.

IX

CONSIDERACIONES FINALES

Los ejemplos dados anteriormente indican el estado de desarrollo a que han llegado actualmente los métodos mecánicos de cálculos estáticos según nos facilita el « Continostat Gottschalk ».

Los entendidos sabrán apreciar el progreso fundamental que significa la substitución de la fórmula abstracta y muerta con la intuición tanto para la mentalidad y el desarrollo del sentimiento artístico del estudiante, como para el profesional, cuyas muchas tareas no le permiten entrar cada vez nuevamente en los secretos de fórmulas y tablas. Podemos afirmar que con más intuición y menos fórmulas se hacen ingenieros más competentes y estructuras mejores.

Mientras que hasta ahora el desarrollo a que aludimos ha corrido únicamente a cargo del autor, en el poco tiempo desde que publiqué los primeros artículos sobre la materia, el instrumento y los métodos han sido adoptados ya por las universidades de Buenos Aires, de La Plata y de Rosario de Santa Fe, como también por colegios militares y por oficinas técnicas, todo lo que hace esperar en el futuro desarrollos importantes en los métodos expuestos en este artículo, contribuyendo valiosos conceptos a la profesión y a la ciencia.

Buenos Aires, 28 de noviembre de 1924.

ALGO SOBRE LA LENGUA PUELCHE O KÜNNÜ

Por TOMÁS HARRINGTON

El doctor R. Lehmann-Nitsche, jefe del Departamento de antropología del Museo de La Plata y en nuestro concepto una de las autoridades más distinguidas del país en materia de lenguas aborígenes sudamericanas, da el nombre de *künnü* a la de los indígenas que d'Orbigny designa con el nombre de *Puelches* (1). Poco se conoce de ella debido a la influencia o predominio de la raza araucana desde Buenos Aires hasta más allá de la cordillera de los Andes. Del idioma de los araucanos existen vocabularios, gramáticas, narraciones y diccionarios más o menos completos; en cambio, del *puelche* no conocemos sino pocos vocablos citados en libros o folletos, y la toponimia apenas registra uno que otro de esa filiación. Los motivos para que así sea no es tema para este artículo, en el que sólo queremos apuntar algunas palabras de la lengua *künnü*, que pueden servir quizá para enriquecer el patrimonio de los escasos aficionados a estos estudios tan interesantes y amenos.

He aquí la *numeración* hasta diez : uno, *chiyú;* dos, *utch;* tres, *gut-tr;* cuatro, *mál-le;* cinco, *tank-ke;* seis, *trruman* (voz grave); siete, *catrrupich;* ocho, *purrsa;* nueve, *chiiva;* diez, *samatskeu.* La última sílaba de esta palabra *(keu)* no interpreta sino a medias la verdadera pronunciación, que es una amalgama, no representable gráficamente, de las dos vocales.

Yalalaubat. — A un vegetal, especie de junquillo, se le da el nombre de *yalalaubat,* que también lo lleva el lugar donde se produce,

(1) Lehmann-Nitsche, *El grupo lingüístico -het de la pampa argentina,* en *Revista del Museo de La Plata,* XXVII, p. 10-85, 1922.

situado en el territorio del Chubut, a pocas leguas al sudoeste de Sacanana. En el paraje *Yalalaubat* vive actualmente un tehuelche políglota, don Adolfo Chiquichano, que habla corrientemente el puelche (*künnü*), el araucano (*che*), el tehuelche (*kün'k*) y el español; además, el galés medianamente a raíz de las relaciones que mantuvo su padre con los primeros colonizadores galeses que desembarcaron en Puerto Madryn en 1865.

Yarsnilk. — Este es el nombre del conocido cepillo de raíces que se usaba, y aún se usa, para el cabello. Es el *renná* de los araucanos, que en los territorios del sur se fabrica preferentemente de un vegetal que los blancos llaman «cola de ratón». Cada planta produce diversas varas, de 40 centímetros de largo, más o menos, muy ásperas y de un color plomizo obscuro.

Guelil-atch. — Así se denomina una piedra especial, muy dura y consistente, de vetas ligeramente azuladas, que se utilizaba para hacer boleadoras. La primera sílaba (*gue*) es muy gutural y la segunda (*lil*), breve o corta, por cuya razón al paraje que existe en el Chubut, y el cual tomó su nombre de dicha piedra, se le llama *Quilalacho, Guililache, Colelachi,* etc., hasta que por fin predominó *Colelache,* hoy oficial, por llevarlo el juzgado de paz de ese distrito.

Los sonidos *tra, tre, tri, tro, tru,* que el indígena tanto de la lengua künnü como el descendiente de Arauco pronuncia como nuestros gauchos en las dicciones *matra, catre, potrillo,* etc., están mejor representados, según nuestro oído, escribiéndolos *trra, trre, trri,* etc. En consecuencia, escribimos *trruman* (seis) y por lo mismo, siete debe leerse *ca-trru-pich.* No satisface *tha, the, thi,* etc., de autores tenidos hoy por clásicos. En nuestros manuscritos, que fueron tomados «al pie de la vaca», si se nos permite la expresión y sin que conociéramos entonces la bibliografía sobre la materia, hemos adoptado invariablemente aquella forma, habiéndonos enterado después que Cañas Pinochet ha escrito también : *Trren-trren.*

Santa Rosa (Pampa), abril 3 de 1925.

SOBRE TELEGRAFÍA SIN HILOS

Y UN ARTÍCULO DE JORGE DUCLOUT

Por RAMÓN G. LOYARTE

Con verdadero agrado cumplimos el deber de rectificar, en uno de sus aspectos, la afirmación que hiciésemos en nuestra obrita *La Evolución de la física,* y que dice así:

«Ni en los *Anales de la Sociedad científica argentina* ni en los *Anales de la Academia nacional de ciencias en Córdoba* encontramos noticias de que los docentes del país hayan seguido de cerca el movimiento científico determinado por el descubrimiento de las ondas hertzianas, por la repetición de las experiencias y *sobre todo por la explicación sistemática de las ideas e hipótesis que permiten remontarse al dominio del fenómeno.*

«Recién en el año 1822 el ingeniero Jorge Duclout, profesor de mecánica aplicada en aquel entonces, publica un estudio sobre las hipótesis mecánicas que sirven de fundamento a las teorías de Maxwell.

«Lo mismo podemos decir en lo que se refiere a las aplicaciones de la radiotelegrafía, iniciada por Marconi en el año 1895.

«Sólo hemos encontrado en los *Anales de la Sociedad científica argentina,* una conferencia pronunciada por Marconi, en Campidoglio, en mayo de 1903, traducida por el ingeniero don Santiago E. Barabino.»

No teníamos conocimiento del artículo que sobre esos asuntos publicase en *La Biblioteca* del año 1897 nuestro amigo, el talentoso y erudito profesor ingeniero Jorge Duclout.

Y tanto más culpables de descuido nos sentimos por el mérito del artículo, digno del autor. Aparte del fervor científico que lo anima,

el pensamiento es transparente, exacto y galano. Y hoy, como entonces, es de actualidad y de lectura provechosa.

Transcribimos a continuación, modesto homenaje, algunos de los párrafos.

Después de hablar del descubrimiento de los rayos X y de las ondas hertzianas dice, refiriéndose a la radiotelegrafia: « ¡ Nuevo triunfo de la ciencia pura y nueva derrota de los eternos prácticos, que confunden la seguridad con la rutina y temen perder el tiempo, dedicándolo al estudio de los fenómenos sólo interesantes bajo el punto de vista científico, sin directa aplicación inmediata; pues no tienen en su cerebro este grano de poesía que lleva al hombre de ciencia a las alturas de la teoría pura, en los confines de la física y de la metafísica ! »

Se ocupa luego de la energía y del éter, y al referirse a las concepciones de Faraday se expresa de este modo: « Faraday sostenía que las fuerzas, las atracciones, no se pueden transmitir *así no más,* a distancia, como lo sostenía la atracción universal tan de boga entonces: sostenía que era necesario un medium, un substrátum cualquiera entre dos cuerpos, para que el uno, por medio de tensiones o modificaciones en el estado de este médium, pudiera influenciar el otro; en una palabra, que todas las acciones físicas se reducían, en último análisis, a tensiones, presiones directas de los cuerpos sobre este médium que los rodea, y que de éste a su vez, de *proche en proche,* se transmiten a lo lejos. »

Aborda a continuación las teorías de Maxwell y explica los dispositivos utilizados por Hertz en su descubrimiento para pasar luego a los trabajos de Marconi. Figuran en este apartado esquemas del dispositivo de Marconi, pero lo interesante es la exposición fenomenológica, clara y exacta.

Duclout, en realidad, viejo profesor de física, inclinado por su propia naturaleza hacia la ciencia, termina su artículo diciendo del sabio siempre visionario: « Sondea con su pensamiento el porvenir, el espacio infinito, los grandes problemas de nuestro sér que hacen temblar el espíritu mediocre del positivista: pero que el verdadero sabio ataca con atrevimiento, seguro de que algún día el *espíritu,* orgullo de raza humana, descifrará los enigmas, creará al « super-hombre » previsto por Nietzsche, y desarrollará completamente la cadena de los fenómenos, consiguiendo el soberano dominio de la naturaleza. »

Buenos Aires, 21 de noviembre de 1924.

ESPECTROS DE ABSORCIÓN EN LA REGIÓN ULTRA-VIOLETA

DE SOLUCIONES DE MORFINA

POR EL DOCTOR LUIS A. BONTEMPI

En un trabajo aparecido en los *Anales de la Sociedad Científica Argentina,* tomo LXXXIV, página 79 (1917), sobre *Estudio de la estabilidad de algunas soluciones de fermentos y alcaloides por medio de los espectros de absorción ultravioleta,* por los doctores H. Damianovich y A. Williams, observaron los autores un desplazamiento del espectro ultravioleta hacia la región del rojo, al agregar, a soluciones de clorhidrato de morfina, concentraciones diferentes de soluciones de CO_3Na_2 e OHNa, con tiempo y temperaturas variables.

Los autores ensayaban una explicación de dicho desplazamiento « admitiendo la existencia de una base tautómera de la morfina de naturaleza análoga a la transposición de estructura reversible enólico-cetónica que, como se sabe, tiene una absorción selectiva en esa región ».

Como los autores prometían volver sobre esos trabajos, a indicación de uno de ellos, el doctor H. Damianovich, hicimos una serie de experiencias, cuyos resultados consignamos.

Se trató, en primer lugar, de obtener la banda de absorción de la morfina y construir la curva correspondiente (fig. 1, placa Φ/5, sol. HCl.M 1/2000, espesor 10 mm.) [1]. Se trabajó con el sector variable, empleando electrodos de Jones.

La curva obtenida (fig. 2) muestra una banda de absorción, com-

[1] La letra M reemplaza la fórmula de la morfina.

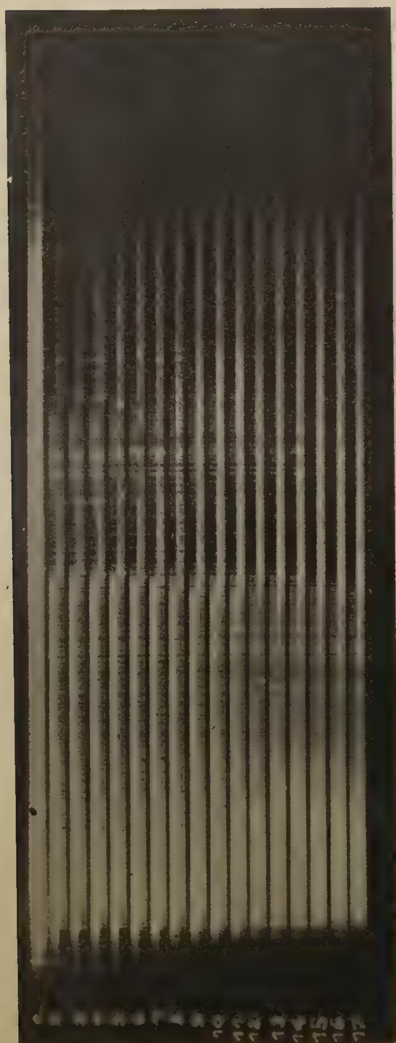


Fig. 1 (placa Φ/5). — Solución de clorhidrato de morfina : 1/2000

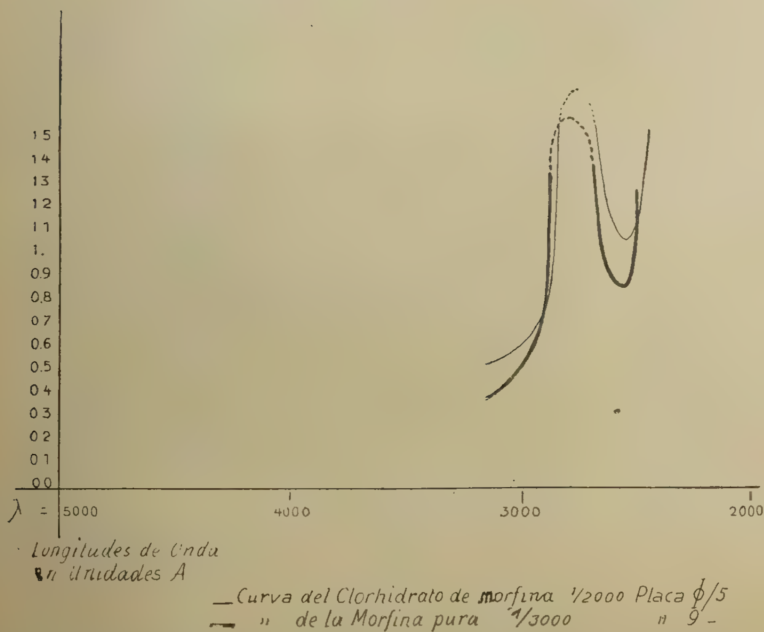


Fig. 2. — Curvas de absorción en la región ultra-violeta de las soluciones de clorhidrato de morfina y de morfina pura. En abscisas : longitudes de onda. En ordenadas : apertura del sector variable = $\log I/I_0$.

prendida entre $\lambda = 2950$ y $\lambda = 2620$, siendo su cabeza de banda $\lambda = 2830$; luego la curva pasa por un mínimo para $\lambda = 2600$ donde comienza la absorción no selectiva. Esta curva es idéntica a la obtenida por Henri y Gompel [1].

Obtenida así la curva del HCl.M, ensayamos el ataque con el OHNa (fig. 3, placa W 71 sol. HCl.M 1/1000) diluído, para cada espectrograma, con partes iguales de OHNa en diluciones al 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/8000, 1/16000, 1/32000, 1/64000, 1/128000, 1/256000, 1/512000, 1/1024000, y se observó en esta placa dos hechos interesantes :

a) Una banda de absorción entre $\lambda = 2900$ y $\lambda = 2700$, que correspondía a los espectrogramas con OHNa 1/1024000 hasta 1/4000;

b) Un salto brusco correspondiente al espectrograma con OHNa 1/2000 para $\lambda = 3060$. Se producía aquí, por la acción del OHNa, un desplazamiento de la banda hacia el rojo y la aparición entre los espectrogramas con OHNa 1/4000 y 1/2000, de un punto bien diferenciado que hemos llamado *punto singular*.

Se dejó en contacto por veinticuatro horas las soluciones de HCl.M y OHNa, en los mismos tipos de diluciones, y en la placa W/72 obtenida (fig. 4), se observa la aparición del *punto singular* para $\lambda = 3060$, entre los espectrogramas con OHNa 1/8000 y 1/4000, en vez de 1/4000 y 1/2000 de la placa anterior (véase fig. 5).

Para las placas W/71 y W/72 el espesor de la cuba fué de 10 milímetros, el tiempo de exposición un minuto, y se utilizaron los electrodos Jones.

¿Qué relación había entre este salto brusco, llamado *punto singular*, y las concentraciones de OHNa?

Supúsose debía ser el punto de saturación del HCl.M por el hidrato. En efecto : hechos los cálculos, se halló que dicho punto aparecía cuando para una molécula de HCl.M correspondía una molécula de OHNa. Dicha correspondencia se observa en el cuadro siguiente :

[1] *Comptes-rendus*, tomo CLVII, página 1422, 1913.



Fig. 3 (placa W/71). — Solución de clorhidrato de morfina : 1/1000, con diluciones OHNa (× *punto singular*)

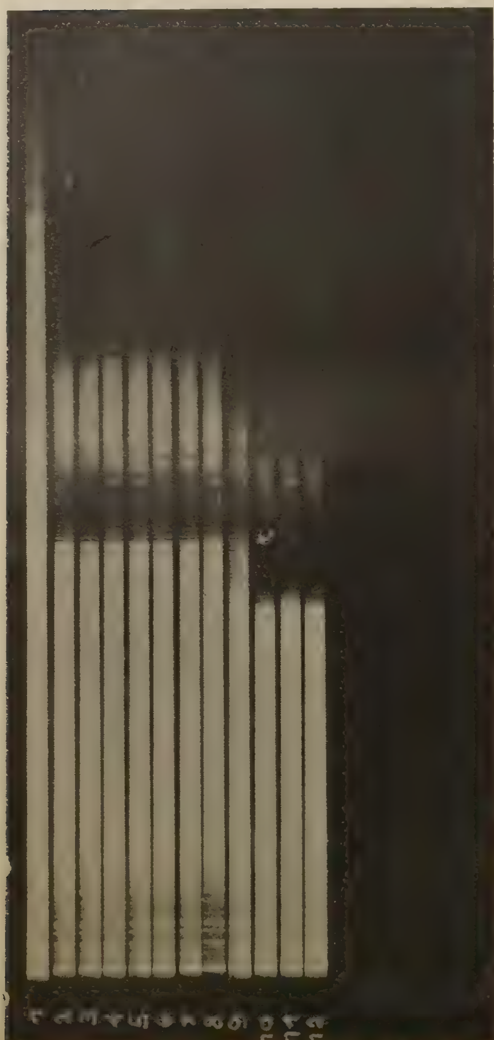


Fig. 4 (placa W 72). — Soluciones de clorhidrato de morfina : 1/1000, con diluciones OHNa. Contacto : 24 horas (. *punto singular*)

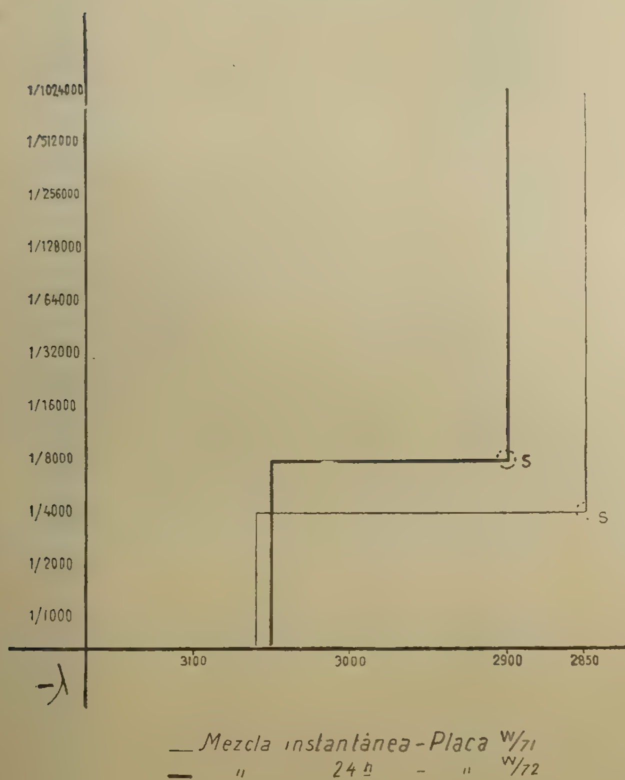


Fig. 5. — Curvas de absorción del clorhidrato de morfina al 1/1000. Acción del OHNa a concentraciones distintas. Aparición del punto singular *s*. En abscisas : longitudes de onda. En ordenadas : soluciones de OHNa.

HCl.M 1/1000 ≡ HCl.M N/321.5

				Correspondencia molecular HCl.M	Correspondencia molecular OHNa
Solución OHNa	1/1024000	≡ Solución OHNa	N/40960...	1	1/128
»	1/512000	≡ »	N/20480...	1	1/64
»	1/256000	≡ »	N/10240...	1	1/32
»	1/128000	≡ »	N/5120....	1	1/16
»	1/64000	≡ »	N/2560....	1	1/8
»	1/32000	≡ »	N/1280....	1	1/4
»	1/16000	≡ »	N/640.....	1	1/2
W/72 OHNa	1/8000	≡ »	N/320.....	1	1
W/72 OHNa / W/71 OHNa	1/4000	≡ »	N/160.....	1	2
W/71 OHNa	1/2000	≡ »	N/80......	1	4
Solución OHNa	1/1000	≡ »	N/40......	1	8

Se hicieron otras placas, teniendo en cuenta dicha relación, variando las concentraciones de OHNa cercanas al *punto singular*.

Placa W/88 (fig. 6), solución HCl.M 1/1000, mezcla de volúmenes iguales de OHNa desde 1/1000 a 1/10000, correspondiendo cada dilución a un espectrograma. Se observa la aparición de la banda de absorción para $\lambda = 2950$ y el *punto singular* para $\lambda = 2650$. El punto medio de la cabeza de banda corresponde a OHNa 1/6000, entre las diluciones 1/8000 y 1/4000, como en la placa W/72.

La placa W/89 (fig. 7), con soluciones iguales a la anterior, pero con un contacto de cuarenta y cinco horas, dió una banda de absorción cuya cabeza es $\lambda = 2950$, y cuyo *punto singular* corresponde a OHNa 1/4000.

Las placas W/88 y W/89 se hicieron sin sector variable, con tubo de 10 milímetros de espesor, con exposición de un minuto y con electrodos de Jones. El gráfico de la figura 8 resume los resultados obtenidos y como se ve es análogo al de la figura 5.

Obtenidos estos resultados y fotografiada la aparición de la morfina pura en el espectro del sistema :



$$HCl.M + OHNa = M + H_2O + ClNa$$

se resolvió aislar la morfina, hallar su espectro de absorción y construir su curva.

Los métodos comunes de aislar la morfina : neutralización de su clorhidrato y luego extracción con alcohol amílico, no dieron resultados prácticos, dada la cantidad que necesitábamos para nuestros ensayos.

Resolvimos hacer actuar directamente el OHNa sobre el HCl.M

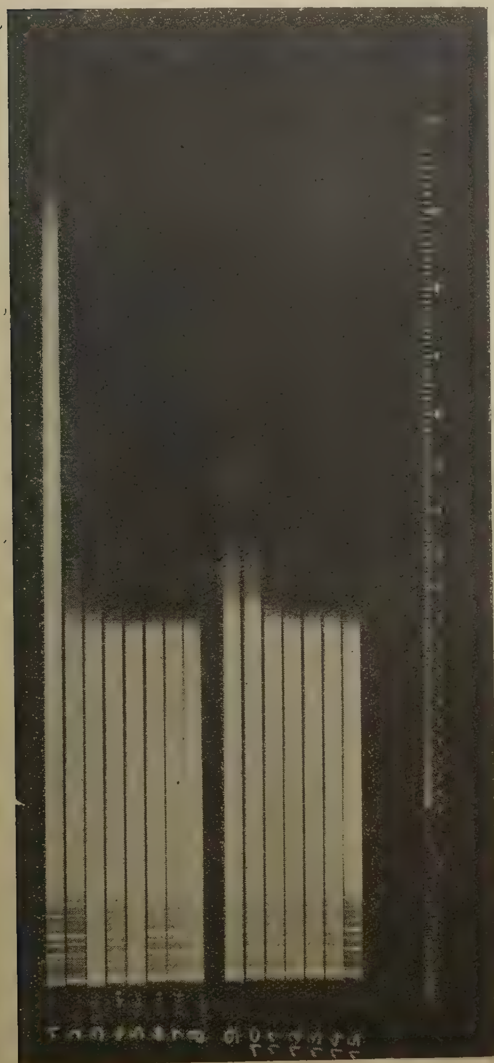


Fig. 6 (placa W/88). — Soluciones de clorhidrato de morfina : 1/1000, con volúmenes iguales de OHNa, desde 1/1000 a 1/10000

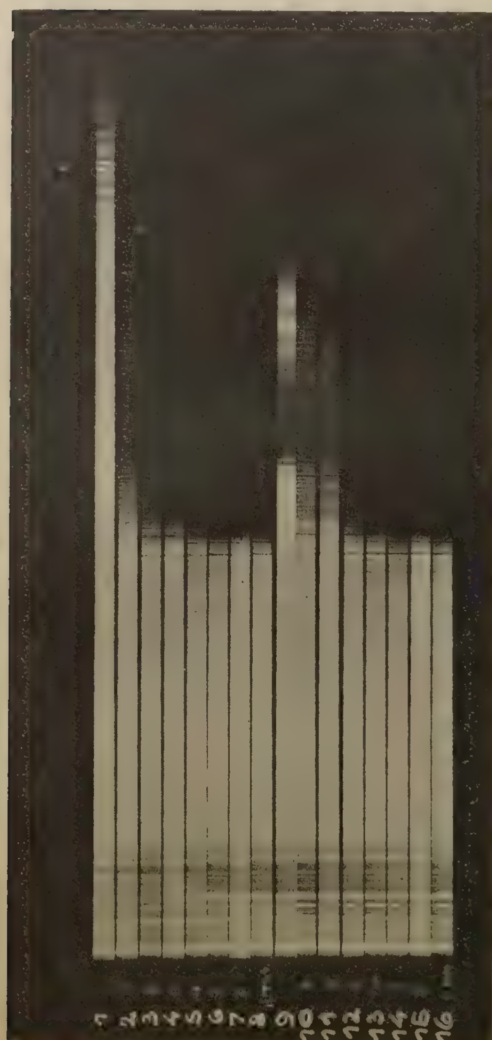


Fig. 7 (placa W/89). — Soluciones de clorhidrato de morfina : 1/1000, con volúmenes iguales de OHNa. Contacto : 45 horas

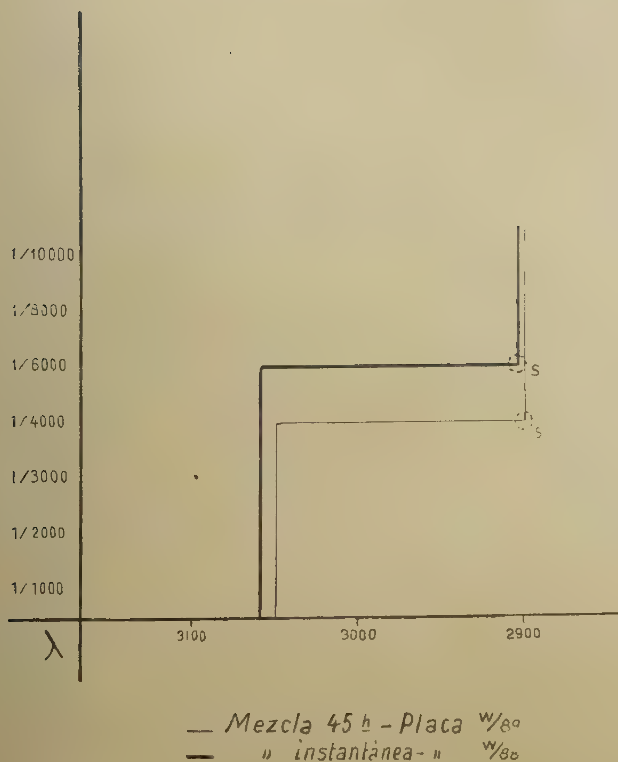


Fig. 8. — Curvas de absorción del clorhidrato de morfina al 1/1000. Acción del OHNa a concentraciones distintas. Aparición del punto singular *s*. En abscisas: longitudes de onda. En ordenadas: soluciones de OHNa.

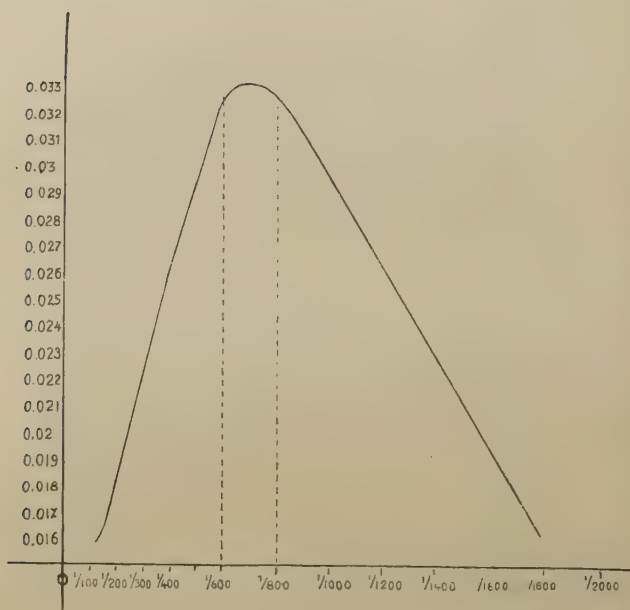


Fig. 9. — Curva de cristalización de la mortina pura, obtenida del clorhidrato (sol. 1 100) por acción del OHNa a concentraciones distintas. En abscisas : soluciones de OHNa. En ordenadas : peso en gramos de cristales de mortina.

y obtenerla por cristalización sin extraer con alcohol. Se obtuvo un buen rendimiento de unos cristales en prismas ortorómbicos perfectos.

La curva de la figura 9 muestra la cristalización máxima y mínima en función de soluciones variables de OHNa.

Como la solución de HCl.M era de 1/100, existe, con las concentraciones de OHNa 1/600 y 1/800, la correspondencia molecular siguiente:

	Correspondencia molecular	
Solución HCl.M 1/100 ≡ HCl.M N/32.15	HCl.M	OHNa
Solución OHNa 1/800 ≡ Solución OHNa N/32.......	1	1
Solución OHNa 1/600 ≡ Solución OHNa N/24.......	1	4/3

Vemos aquí también que la relación de una molécula HCl.M y una molécula OHNa, y una molécula HCl.M y 4/3 de molécula OHNa, ocupan un punto preferente: *el máximo de la curva de cristalización.*

Aislada así la morfina, se hizo su espectro de absorción, y la placa 9 (fig. 10) muestra una banda de absorción entre $\lambda = 2950$ y $\lambda = 2720$, pasando su cabeza de banda por $\lambda = 2850$. Comparada su curva con la del HCl.M, como se hace en el gráfico correspondiente, se observa la identidad de ambas, anotándose pequeñas variaciones debido a las diferencias de las soluciones (1/2000 para HCl.M, 1/3000 para M), y también el haber empezado los espectrogramas con distintas aperturas del sector: $\log \frac{I}{I_0} = 1.5$ para el HCl.M, y 1.3 para la morfina.

La acción del OHNa sobre la solución de morfina pura muestra, según la placa 18 (fig. 11), el desplazamiento de la absorción hacia $\lambda = 3100$, es decir: hacia la región del rojo. Pero para poder alcanzar este resultado, empleando el sector, ha sido preciso que la mezcla: morfina sea 1/100 y el OHNa 1/1000 ó 1/800, es decir: más concentrado que en las placas W/71, W/72, W/88 y W/89.

El desplazamiento mencionado es bien comparable con la placa 3 (fig. 12), de morfina pura al 1/1000, donde la absorción llega hasta $\lambda = 3000$.

En la placa 17 (fig. 13), (HCl.M 1/1000 + OHNa 1/1000), la absorción llega hasta $\lambda = 3100$, luego: igual que en la morfina pura. Esta misma mezcla, dejada en contacto durante cuarenta y cinco horas a treinta grados, no presenta ninguna variante en su espectro, como puede verse en la placa 19 (fig. 14).

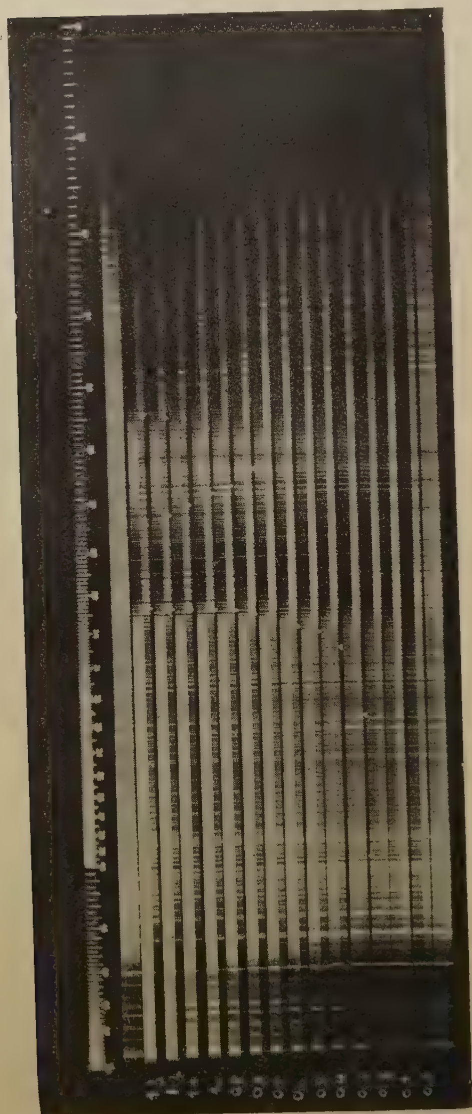


Fig. 10 (placa 9). — Soluciones con morfina pura : 1/3000



Fig. 11 (placa 18). — Solución de morfina pura $\frac{1}{1000}$ + OHNa

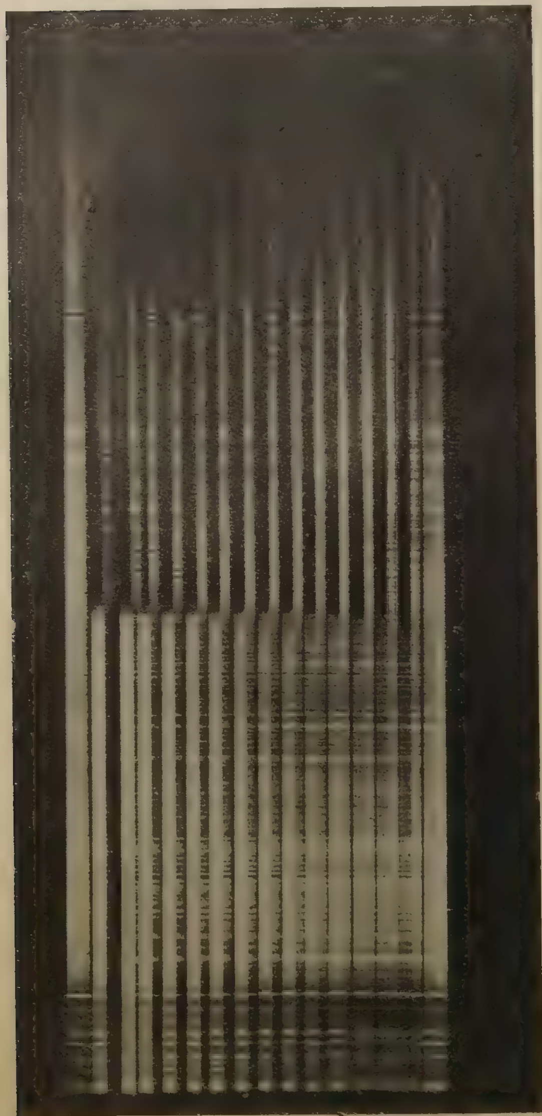


Fig. 12 (placa 3). — Solución de morfina pura : 1/1000



Fig. 13 (placa 17). — Soluciones de clorhidrato de morfina : 1/1000 + OHNa 1/1000

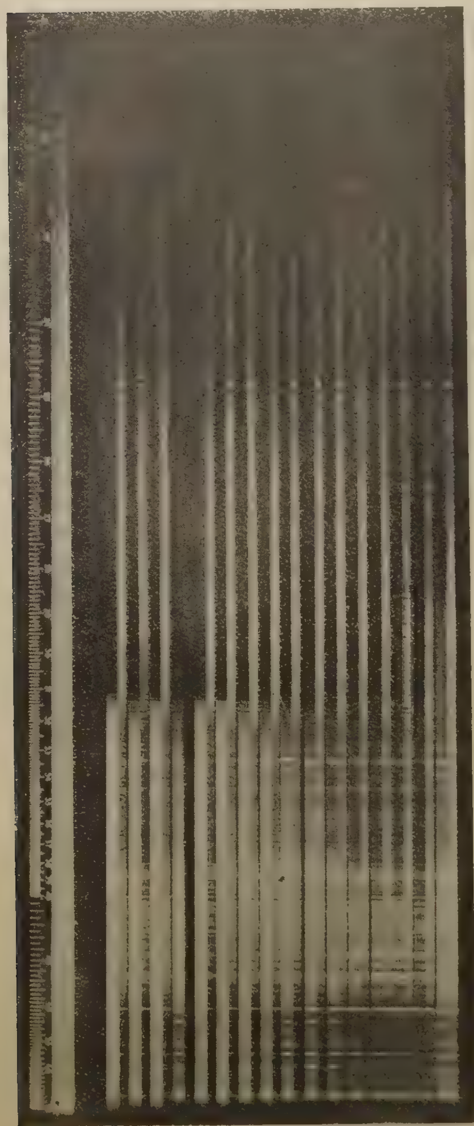
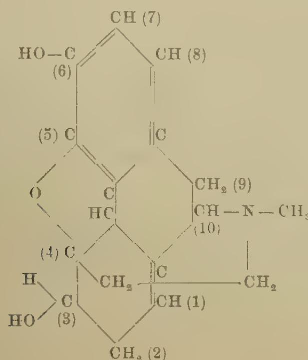


Fig. 14 (placa 19). — Soluciones de clorhidrato de morfina : 1/1000 + OHNa 1/1000. Contacto : 45 horas

De todo lo experimentado deducimos que los espectros de absorción de la morfina presentan igual banda: sea su clorhidrato como su base libre. Luego el HCl unido al grupo NH_2 no tiene influencia alguna sobre la banda.

El desplazamiento hacia el rojo debe interpretarse como una caracterización del grupo OH del fenol en el carbono (6):



Morfina : $C_{17}H_{19}O_3N$, fórmula de Knorr-Hörlein.

por otra parte, dicho desplazamiento es un fenómeno perfectamente constatado en los espectros de absorción del fenol.

Que este desplazamiento se deba a la reversibilidad cetónico-enólica, no podemos pronunciarnos por las diversas razones existentes en pro y en contra de dicha suposición. Ulteriores ensayos quizá aclaren esta importante cuestión, que desde ya anunciamos, a nuestro parecer, como función del medio en que se efectúe.

Como ensayo de explicación más profunda de dicha absorción selectiva, quedan las teorías de Hantzsch *(teoría quinoide)*, Baly *(teoría de la afinidad residual)* y Stark *(teoría de la valencia electrónica)*.

Debemos agregar, por último, que la acción de la temperatura no trae modificación apreciable en el desplazamiento hacia el rojo.

Resumimos estos breves ensayos en las conclusiones siguientes:

1ª Existe un desplazamiento característico hacia la parte menos refrangible del espectro de la banda de absorción del clorhidrato de morfina y de la morfina pura;

2ª El desplazamiento se produce, para el HCl.M, cuando las concentraciones de ambos corresponden a cantidades equimoleculares;

3ª Cambios análogos a éstos se observan en los compuestos a función fenólica;

4° Puede interpretarse este desplazamiento de la banda como un cambio de estructura de la base puesta en libertad por la acción del OHNa;

5ª No podemos pronunciarnos sobre si dicho cambio de estructura, que produce esa absorción selectiva, se debe a una tautomería cetónico-enólica;

6ª La influencia del clorhidrato (HCl) es nula sobre la modificación de la banda de absorción.

Laboratorio de físico-química de la Facultad de ciencias exactas físicas y naturales. Buenos Aires, septiembre de 1924.

RESULTADOS

DE LA

PRIMERA EXPEDICIÓN A TIERRA DEL FUEGO (1921)

ENVIADA POR LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES [1]

CRUSTÁCEOS ISÓPODOS

Por DEIDAMIA GIAMBIAGI

La expedición enviada por la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, a Tierra del Fuego, tuvo oportunidad de coleccionar los isópodos que enumero en esta nota. El mismo material de estudio fué presentado en la sesión de comunicaciones de octubre de 1923 de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales *(Physis,* tomo VII, pág. 252), formando un conjunto de dieciséis especies, dos de las cuales resultan nuevas para la ciencia y las que me complazco en dedicar a los profesores, doctor Franco Pastore y señor Martín Doello-Jurado, que integraron la expedición mencionada. Las especies restantes, de las que sólo indico algunas particularidades, que juzgo de interés, serán tratadas con mayor detalle en el trabajo monográfico, en preparación, de los isópodos argentinos.

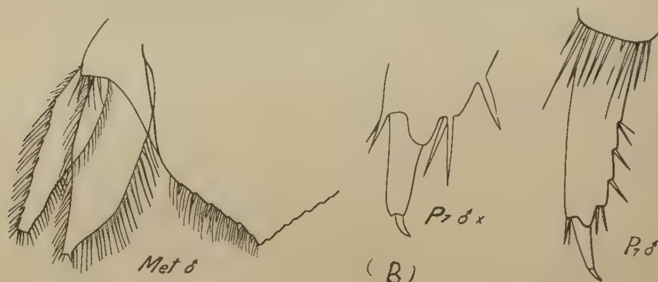
[1] Véase tomo XCIV, páginas 59 y 229; tomo XCVI, página 225; tomo XCVII, páginas 87 y 231; y tomo XCVIII, páginas 5 y 231 de estos *Anales*.

CIROLANIDAE

Cirolana Pastorei, n. sp.

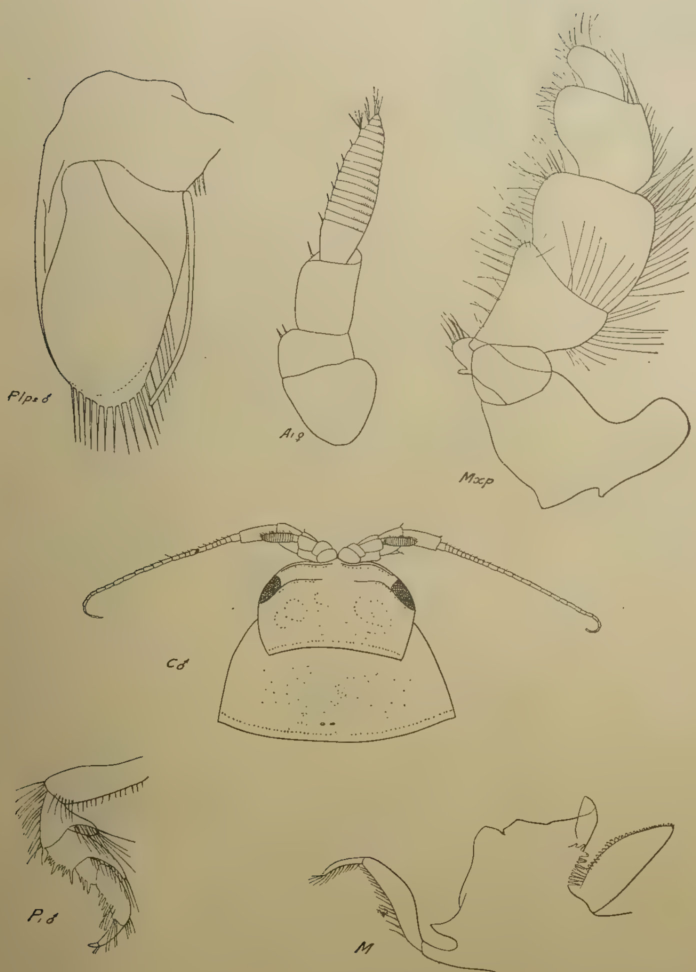
(Lám. I y Lám. III, fig. 3)

Descripción de un ejemplar femenino. — Cuerpo oval alargado, convexo, de 29 milímetros de largo por 11 milímetros de ancho, ligeramente asimétrico. Cabeza de 4 milímetros de largo por 6 de ancho, tomando esta última medida entre los ángulos posteriores de los ojos; proceso interantenario medianamente producido, obtuso; ojos ubicados desde el ángulo ánterolateral de la cabeza, donde termina la primera epímera, hacia adelante y arriba, tan largos como anchos, de color rojo purpúreo, con el borde anterior cóncavo y el resto de su



Cirolana Pastorei n. sp. : Met ♂, metasoma × 6 aproximadamente
P_7 ♂, pata del séptimo par, × 15 ; P_7 ×, pata del séptimo par, × 27

contorno convexo. Paralelamente al borde anterior de la cabeza, y muy próximo a él, se encuentra un surco, interrumpido en el medio: otro surco, que partiendo del borde más posterior de los ojos los contornea hasta su extremo superior, se continúa paralelamente al surco anterior interrumpiéndose antes que éste, en el medio. Las anténulas sobrepasan el límite del cuarto artejo escapular de las antenas; artejo basal de la anténula mayor que el segundo y a su vez menor que el tercero, flagelo con dieciseis artejos. Las antenas se extienden hasta el borde posterior de la tercera epímera; artejos, primero y segundo de la antena, reducidos, el segundo un poco menor que el primero, tercero y cuarto más o menos iguales, cada uno de ellos más largo que los dos primeros reunidos, quinto artejo igual a una vez y medio el cuarto, flagelo de treinta y dos artejos (número que no es cons-



Cirolana Pastorei n. sp. : Plp_2 ♂, segundo pleópodo × 10; A_1 ♀, anténula × 17; *Mxp*, maxilipedio × 18; C ♂, cabeza y primer segmento del tórax × 4; P_1 ♂, primer par de patas × 5; M, mandíbula × 17.

tante). Maxilas del primer par con tres formaciones espiniformes en la extremidad del endopodito, gruesas en la base, más finas en su segunda mitad, con una serie de cerdas en la mitad de su longitud. Palpo del maxilipedio 5-articulado. Palpo mandibular 3 articulado. Lámina frontal angosta, alargada, un poco más ancha en su extremidad superior, ligeramente pentagonal, con los bordes laterales cóncavos, con un surco marginal que limita una superficie muy convexa. Clípeo triangular con un surco marginal, cubierto de pequeños puntos o depresiones en toda su superficie.

Primer segmento del tórax más largo que los restantes, segundo a sexto subiguales, séptimo más reducido. En las epímeras de los segmentos torácicos hay un surco, que, partiendo desde el ángulo posterior, paralelamente y muy próximo al borde inferior, se separa de éste anteriormente; en las epímeras de los cuatro últimos segmentos, además, corre otro surco desde la mitad de su longitud, superiormente, hacia el ángulo posterior.

Segmentos abdominales más angostos que el tórax, de longitud más o menos homogénea; primer segmento, cubierto, en parte, por el séptimo segmento del tórax. Epímeras de los tres primeros anillos, espiniformes, la del tercero más pronunciada; epímera del cuarto segmento más ancha que las anteriores, aguda en su extremo: quinto segmento más angosto que los precedentes, con las partes laterales completamente cubiertas por las epímeras del anterior. Segmento caudal de 6 milímetros de largo por 7 de ancho, en su base, con contornos laterales apenas convergentes hacia atrás, doblados en ángulo obtuso, redondeado, un poco más allá de la mitad de su longitud, continuándose en línea oblicua hasta terminar en un ángulo agudo, en su extremo más posterior; a ambos lados del ápice, posteriormente, hay siete denticulaciones (seis, en ejemplares jóvenes) que dan inserción a igual número de espinas, entremezcladas con numerosas cerdas. Superficie del telson, en general, convexa, con dos ligeras depresiones a ambos lados de la línea media, un poco anteriormente. Extremo interno de la base del uropodio, muy anguloso, extendiéndose hasta más allá de la mitad del escudo caudal. Ramas del uropodio, alargadas, setígeras, iguales en longitud, poco excedentes del ápice caudal; rama interna más ancha que la externa, tan ancha como los dos quintos de su largo, con el borde interior mucho más convexo que el externo; rama exterior cuatro veces más larga que ancha.

Color (en formol) blanco amarillento con un pigmento purpúreo,

distribuído, principalmente, cerca del borde posterior de los segmentos y en la dirección de la línea media del cuerpo.

Los tegumentos presentan puntos o depresiones, distribuídos por toda la superficie; cerca del borde posterior de los segmentos, en la línea media, hay dos depresiones juntas, más notables que las restantes, visibles a simple vista.

Entre los ejemplares masculinos, algunos alcanzan a medir 34 milímetros de largo. El apéndice sexual del segundo pleopodio es tan largo como el pleopodio, liso, de sección homogénea en toda su longitud, un poco arqueado hacia afuera.

Sobre un total de 117 ejemplares hay 76 hembras, 31 machos y 10 jóvenes.

Localidad: San Sebastián, Tierra del Fuego. Número de catálogo del Museo nacional de historia natural de Buenos Aires, 12690. En las colecciones de este mismo Museo existía un ejemplar único, macho, de 35 milímetros de largo, coleccionado por el profesor M. Doello-Jurado, en 1916, en Puerto Deseado, Patagonia, con el número de catálago 9196, que pertenece a la misma especie.

La especie aquí descrita podría compararse con *Cirolana meridionalis* Hodgson (1), la que tiene el segmento caudal y los uropodios de forma muy semejante, pero ésta es más grande, carece de ojos y el quinto segmento abdominal no está cubierto lateralmente por el cuarto.

C. albinota Vanhöffen (2) es mucho más desarrollada que *C. Pastorei,* su clípeo es liso superiormente (mientras que en ésta última es punteado en toda su superficie), el apéndice del segundo pleopodio masculino es más largo que el pleopodio y su segmento caudal es más largo que ancho.

C. oculata Vanhöffen (3) tiene las antenas más cortas, en proporción, la placa caudal es más angulosa posteriormente, tiene tres espinas, cuatro y hasta cinco, solamente, a cada lado del ápice del escudo caudal, etc.

Cunningham, en *The Reptiles, Fishes, etc., of the «Nassau» Voyage* (4), cita la especie *Cirolana hirtipes* (?) Edw. y dice solamente: «An

(1) Hodgson, *Nat. Antarct. Exp.*, V, páginas 20 y 23, plancha III, 1910.

(2) Vanhöffen, *Isop., Deustsche Sudpolar Exp.*, XV, Zool. 7, página 497, figura 35.

(3) Vanhöffen, *loc. cit.*, página 499, figura 36.

(4) Cunningham, *Trans. Linn. Soc. Lond.*, volumen 27, página 500.

imperfect specimens of a *Cirolana* which, I think, is referable to the above species was taken on a fish at the Tyssen Islands Falkland Sound». Quizá pudiera tratarse de la especie *C. Pastorei,* pues ésta presenta algunas semejanzas con la especie de Milne-Edwards (1), sin ser igual, con la que él no identifica definitivamente.

AEGIDAE

Aega magnifica (Dana)

1852. *Pterelas magnificus,* Dana, *Expl. Exp.*, XIII, Crust., II, pág. 769, pl. 51, figs. 4 *a-g.*
1879. *Aega magnifica,* Schioedte et Meinert, *Naturh. Tidstr.*, ser. III, vol. XII, pág. 363, tab. VIII, figs. 14-19.
1891. — Dollfus, *Mis Sc., C. Horn,* VI, 2 págs., F 56-57, pl. VIII, fig. 1.

Un solo ejemplar, de color pardo rojizo, con manchas obscuras en la parte anterior de la cabeza, a los lados del tórax y en la base del telson.

Tegumentos finamente punteados.

Longitud : 25 milímetros, pero el espécimen está algo contraído.

Localidad : Punta Arenas, número del catálogo, 12691.

SPHAEROMIDAE

Cassidinopsis emarginatus (Guérin-Méneville)

1843. *Cassidina emarginata,* Guérin-Méneville, *Icon. Regne An.*, Crust., pág. 31*.
1871. — Cunningham, *Trans. Lin. Soc. Lond.*, vol. 27, pág. 499, pl. 59, fig. 4.
1887. — Pfeffer, *Jahrg. Hamb. Wissensch., Anst.*, IV, págs. 103-109, Taf. II, figs. 9-10, Taf. V, figs. 23-30, Taf. VI, figs. 1-10.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. C. Horn,* VI, 2, Crust., pág. F 67, pl. VIII, fig. 10.
1900. — Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 562.
1911. — Ortmann, *Princ. Univ. Exp. Pat.*, III, 2, pág. 650.
1914. *Cassidinopsis emarginatus,* Stebbing, *Proc. Zool. Soc.*, pág. 351.

(1) *Cirolana hirtipes,* Milne-Edwards, *Hist. Nat. Crust.* III, página 236, plancha 31, figura 25, 1840 ; *idem,* Hansen, *Cirolanidae et familiae nonnulae propiquae Musei Hauniensis,* Vidensk Selsk Skr (6), 3, página 326, Copenhagen, 1890.

A pesar de no ser numerosos los ejemplares de esta especie, fueron coleccionados en diversas localidades. siendo su cuerpo ovalado, alargado y muy convexo en los especímenes femeninos, considerablemente ensanchado y aplanado en los masculinos; de color amarillo verdoso (en alcohol).

Dimensiones : ♂, 31 milímetros por 21,5 ; ♀, 28 milímetros por 15.

Localidad: Punta Arenas, número 12689; Playa de la Misión, Tierra del Fuego, número 12687; Puerto Harris, isla Dawson, número 12688; Cabo San Pablo, número 13782.

Exosphaeroma calcareum (Dana)

1852. *Sphaeroma calcarea*, Dana, *U. S. Expl. Exp.*, XIII, pág. 776, pl. 52, figs. 2 *a-c*.
1891. — Dollfus, *Miss. Sc. Cap. Horn.*, VI, 2, pág. 64, pl. 8 *a*, figs. 7, 7 *a-b*.
1914. *Exosphaeroma calcareus*, Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 350, pl. II.

La mayor parte de los ejemplares observados presentan sus tegumentos lisos, y un reducido número, por el contrario, tienen granulaciones, así como también, el relieve del último segmento abdominal bien marcado en forma de una doble carena, en su porción más basal y una simple y mediana a continuación. Casi todas las formas lisas son macho y las granulosas. hembra, pero no en su totalidad, lo que está de acuerdo con lo ya observado por Dollfus y también por Stebbing, esto es, que no existe relación entre este carácter y las diferencias sexuales.

Los ejemplares mayores observados (♂) miden 13,5 milímetros de largo por 7,5 de ancho, en su amplitud máxima, la que se encuentra a la altura del séptimo segmento del tórax; los bordes laterales del cuerpo se estrechan un poco hacia adelante.

Segmentos torácicos doblados abruptamente a los lados, formando una carena longitudinal debajo de la cual se ocultan completamente las epímeras. Primer segmento del tórax más largo que los restantes, segundo a séptimo subiguales.

Ramas del uropodio subiguales, alargadas, con los bordes laterales encorvados y con el ápice redondeado, las cuales no alcanzan a llegar al extremo más posterior del segmento caudal.

El espacio comprendido entre las dos emarginaciones del borde an-

terior del segmento caudal es aproximadamente igual a un tercio del ancho total de dicho borde.

La coloración es más o menos parduzca, presentando algunos ejemplares, manchas amarillentas.

Flagelo de las anténulas 10-11 articulado; flagelo de las antenas 14-16 articulado.

Localidad: Playa de la Misión, Rio Grande, Tierra del Fuego, número 12704; Puerto San Sebastián, Tierra del Fuego, número 12705.

Exosphaeroma gigas (Leach)

(Lám. II, fig. 1)

1818. *Sphaeroma gigas*, Leach, *Dict. Sci. Nat.*, XII, pág. 346*.
1840. — Milne-Edwards, *Hist. Nat. Crust.*, III, pág. 205.
1852. — Dana, *U. S. Expl. Exp.*, XIII, Crust., pt. II, pág. 775, pl. 52, fig. 1.
1881. — Miers, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 79.
1891. — Dollfus, *Crust. Isop.*, *Mis. Sc. Cap Horn*, VI (2), pág. 62, pl. VIII *a*, fig. 6.
1900. *Exosphaeroma gigas*, Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 553, pl. 39.
1905-1911. — Ortmann, *Rep. Princ. Univ. Exp. Patagonia, Zool.*, vol. III (2), pág. 646.

Son muy numerosos los ejemplares coleccionados de esta especie que siempre se la encuentra acompañada del *Iais pubescens* Dana, de color verde parduzco, a veces un poco azulado (en alcohol), con tintes amarillentos en los bordes de los segmentos, con pequeñas manchas claras en el tórax, a ambos lados de la línea media del cuerpo, que forman dibujos semejantes en todos los especímenes. En algunos ejemplares machos las dimensiones alcanzan a ser de 26 milímetros por 15,5.

Localidad: Punta Arenas, Magallanes, número 12702; Cabo Santa Inés, Tierra del Fuego, número 12707; Puerto Harris, isla Dawson, número 12703.

Exosphaeroma lanceolatum (White)

(Lám. II, fig. 2)

1843. *Sphaeroma gigas (var. lanceolata)*, White, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 1, XII, pág. 345.
1847. *Sphaeroma lanceolatum*, White, *List. Crust. Brit. Mus.*, pág. 102.

1871. *Sphaeroma lanceolatum*, Cunningham, *Trans. Linn. Soc. Lond.*, XXVII, pág. 499.

1852. *Sphaeroma lanceolata*, Dana, *U. S. Expl. Exp.* XIII, Crust., II, pág. 775, pl. 52, figs. 1 *a-f*.

1905-1911. *Exosphaeroma lanceolatum*, Ortmann, *Rep. Princ. Univ. Exp. Patagonia*, III, 2, Zool., pág. 647.

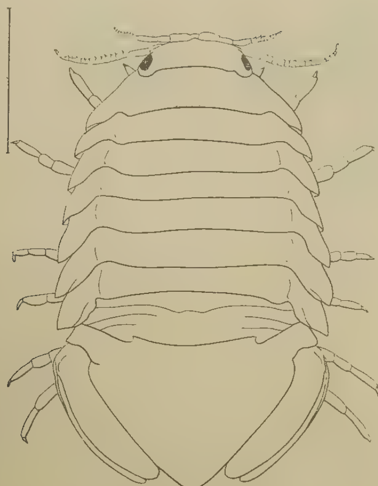
Dimensiones: 19 milímetros de largo por 10 de ancho.

Color: azulado, ligeramente amarillento, a veces (en alcohol).

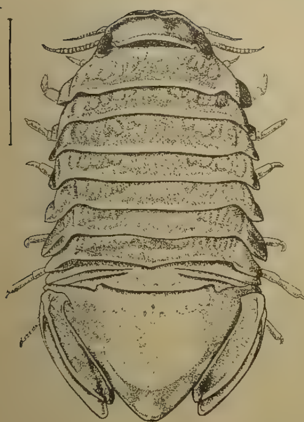
Localidad : Cabo San Pablo, Tierra del Fuego, número de catálogo, 12706.

La sinonimia de esta especie es bastante confusa. La descripción de White es en extremo concisa y, dado el grado de semejanza entre esta forma y la especie *Exosphaeroma gigas* (Leach), sin tener especímenes tipos, es difícil a veces reconocerlas en algunas de las menciones que se han hecho posteriormente. Existiendo en nuestras colecciones gran número de especímenes de ambas especies, traídos por ésta y por otras muchas expediciones realizadas por el Museo Nacional, puede verse que muchos de los caracteres que han sido indicados como diferenciales, presentan diversos grados de transición en ambas formas. Las diferencias que separan *Exosphaeroma lanceolatum* de *E. gigas* pueden enunciarse, de acuerdo con Ortmann *(loc. cit.*, pág. 647), del siguiente modo: el menor tamaño; las epímeras dobladas abruptamente hacia abajo; las esculturas existentes en la base del telson, en forma de dos elevaciones poco pronunciadas, separadas por un surco medio, longitudinal; el ápice del telson más agudo. Pudiendo agregar, además, nosotros, que la convexidad del telson no es homogénea como en *E. gigas*, sino que su superficie se aplana en su parte posterior de tal modo, que la línea media presenta una convexidad en los dos primeros tercios y después de una ligera concavidad, sigue una dirección recta; la placa del epistoma no tiene surco transversal. También es digno de notar la distribución geográfica, *E. lanceolatum* abunda en las costas orientales de la Patagonia, desde Puerto Madryn, Chubut, hacia el sur, donde no se encuentra *E. gigas*, especie que, a su vez, abunda en la región magallánica, donde es muy poco común la anterior.

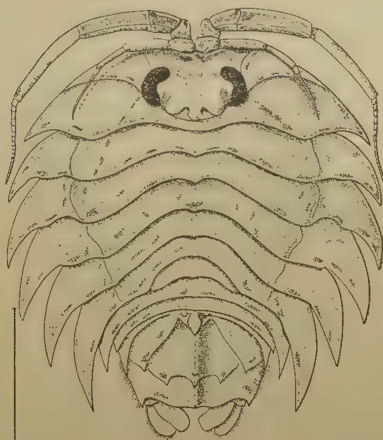
El ejemplar único mencionado por Stebbing, procedente de las Islas Malvinas *(Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1900, pág. 557), pertenece, sin duda, a la especie *E. lanceolatum*.



1



2



3

1, *Exosphoeroma gigas* (Leach) ; 2, *Exosphoeroma lanceolatum* (White) ;
3, *Serolis Schythei*, Lütken

Dynamenella Eatoni (Miers)

1875. *Dynamene Eatoni,* Miers, *Ann. Nat. Hist.*, XVI, ser. 4, pág. 73.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. Cap. Horn.*, VI, pág. F 66, pl. 8, fig. 9.
1911. — Ortmann, *Rep. Princ. Univ. Exp. Patagonia*, pág. 649.
1914. *Dynamenella eatoni,* Vanhöfen, *Deuts. Sud polar Exp.*, 15, pág. 515.

Localidad : Playa de la Misión, Tierra del Fuego, número 12693. Un solo ejemplar, de 7 milímetros de largo, de color verde parduzco, en alcohol.

Euvallentinia Darwinii (Cunningham) (1)

1871. *Cymodocea Darwinii,* Cunningham, *Trans. Linn. Soc. Lond.*, XXVII, pág. 499, pl. 59, figs. 1, 1 *a-b*.
1881. *Dynamene darwinii,* Miers, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 79.
1886. *Cymodocea darwinii,* Beddar, *Rep. Voy. « Challenger »*, XVII, pt. 48, pág. 150.
1891. — Dollfus, *Mis Sc. Cap Horn. Crust.*, pág. F 65, pl. VIII, figs. 8, 8 *a-b*.
1911. — Ortmann, *Princeton Univ. Exp. Patagonia*, pág. 649.
1914. *Vallentinia Darwinii,* Stebbing, *Proc. Zool. Soc.*, pág. 351.

Localidad: Punta Arenas, 3 ejemplares, de 9 milímetros de largo, número 12692.

SEROLIDAE

Serolis Schythei Lüthen.

(Lám. II, fig. 3)

1858. *Serolis Schythei,* Lüthen, *Naturh Foren. Vidensk Meddel.*, pág. 98, pl. I A, figs. 12-13 *.
1881. — Miers, *Proc. Zool. Soc.*, pág. 76.
1883. — Studer, *Isop. « Gazella » Ak. Berl.*, pág. 287.
1884. — Beddard, *Voy. « Challenger »*, vol. XI (III), pág. 40, pl. II, figs. 5-13.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. C. Horn*, IV, 2, págs. F. 59-60, pl. VIII *a*, fig. 5.

(1) *Euvallentinia* nom. n. for. *Valentinia*, Stebbing, *Proc. Zool. Soc.*, 1914, página 944.

Seis ejemplares, de color amarillento parduzco con manchas obscuras diseminadas en toda su superficie dorsal. Alcanzan a tener una longitud de 30 milímetros.

Localidad : Puerto Harris, Isla Dawson, número 12682; Punta Arenas, número 14132.

Serolis paradoxa (Fabricius)

1787. *Oniscus paradoxus,* Fabricius, *Mantissa Insectorum,* t. I, pág. 240.
1793. *Cymothoa paradoxa,* Fabricius, *Entom. System.*, t. II, pág. 503.
1818. *Serolis Fabricii,* Leach, *Dic. Sc. Nat.*, t. XII, pág. 340 *.
1881. *Serolis paradoxa,* Miers, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 76.
1884. — Beddard, *Voy. « Challenger »,* XI, pág. 33, pl. V, figs. 12-14.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. Cap. Horn,* t. VI, 2, págs. F 61-62, pl. VIII *a*, fig. 4.
1911. — Ortman, *Rep. Princ. Univ. Exp. Patagonia,* III (2) *Zool. part.* VI, pág. 650.

Localidad : Punta Arenas, número 12684; Puerto Harris, Isla Dawson, número 12683; Río Grande, Tierra del Fuego, número 12686; San Sebastián, Tierra del Fuego, número 12685.

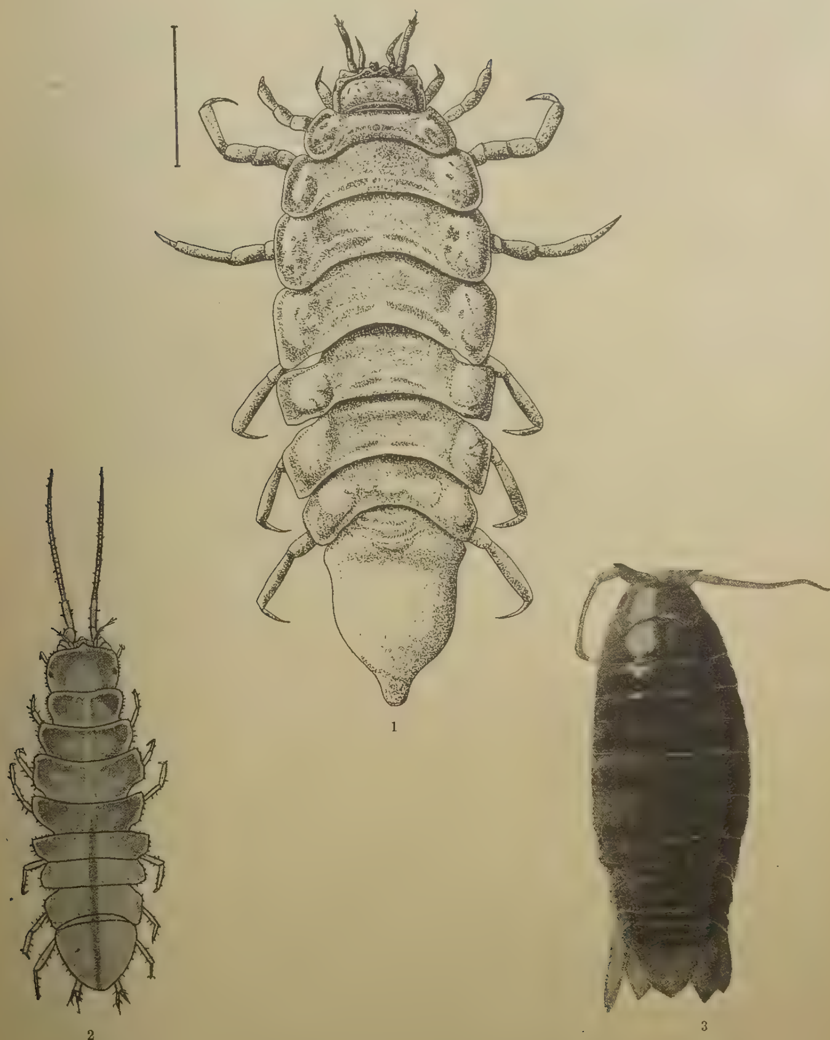
Color : gris verdoso, un poco azulado en algunos especímenes (en alcohol). Los especímenes mayores alcanzan a medir : macho 0,37 milímetros de largo por 34 de ancho; hembra 0,36 milímetros de largo por 32 de ancho.

IDOTHEIDAE

Edotia tuberculata Guérin-Méneville.

(Lám. III, fig. 1)

1829-1844. *Edotia tuberculata,* Guérin-Méneville, *Icon. Règne animal de Cuvier,* III, Crust., pág. 34.
1871. — Cunningham, *Trans. Linn. Soc. Lond.* XXVII, pág. 499.
1883. — Miers, *Journ Linn. Soc. Zool,* XVI, pág. 72, pl. III, figs. 3-6.
1891. — Dollfus, *Miss. Sc. Cap Horn,* pág. 69, pl. VIII *a*, figs. 12,12 *a*.
1907. — Ohlin, *Svenska Exp. Magellansland.* etc., pág. 292, fig. 10.
1905-1911. — Ortman, *Princeton Univ. Exp. Patagonia, Crust.*, III, 2, pág. 646.
1914. *Edotia tuberculatus,* Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 353.



1, *Edotia tuberculata*, Guér-Men.; 2, *Iais pubescens* (Dana); 3, *Cirolana Pastorei* n. sp.

Son muy numerosos los ejemplares coleccionados de esta especie cuya zona de distribución parece ser especialmente el Estrecho de Magallanes, los mares limítrofes de Tierra del Fuego, Islas Malvinas y costas orientales de la Patagonia. La longitud de su cuerpo alcanza a ser de 25 milímetros; de color verde azulado, con pelos cortos y ralos en el dorso.

Localidad : La Misión. Tierra del Fuego, cuarenta ejemplares encontrados entre las piedras, número 12698; Río Grande, Tierra del Fuego, la mayor parte de ellos juveniles, hasta de cinco milímetros de largo, de color verde parduzco, número 12701; Punta Arenas, Estrecho de Magallanes, número 12699.

Edotia cf. magellanica Cunningham.

1871. *Edotia magellanica,* Cunningham, *Trans. Linn. Soc. Lond.*, XXVII, pág. 499, figs. 6-6*a*.
1883. — Miers, *Journ Linn. Soc. Zool.*, XVI, pág. 74.
1901. — Ohlin, *Svenska Exp. Magellansländ,* II, pág. 295, figs. 11-11*a*.

Entre el material recogido, figura un solo ejemplar de esta especie, femenino, de 7,5 milímetros de largo por 3 de ancho, de color amarillo parduzco. El cuerpo, en proporción, es más ancho que el de *Edotia tuberculata* Guérin-Menéville, sin la línea media de tubérculos dorsales; los tubérculos cefálicos, los tubérculos laterales del tórax y el de la base del abdomen, que caracterizan la especie *E. tubêrculata,* están aquí apenas bosquejados; los ángulos postlaterales de las epímeras del sexto y séptimo segmento del tórax son más agudos que en la especie referida; el segmento caudal no presenta el ápice tan aguzado como en *E. tuberculata;* en la base del segmento caudal es visible, en su totalidad, la sutura del primer segmento coalescente; la sutura del segundo segmento se diferencia únicamente a los lados, terminando en el borde lateral del abdomen por un diente; en una observación de perfil se aprecia que las curvaturas de la línea media dorsal del segmento caudal no son tan notables como en *E. tuberculata.*

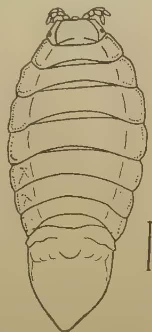


Fig. 2. — *Edotia cf. magellanica* Cun.

Localidad: San Pablo, Tierra del Fuego, número 12697.

El señor profesor M. Doello-Jurado me asegura haber recogido

varios ejemplares de esta especie, en dicha localidad, todos encontrados debajo de *Patinigera magellanica* (Gmelin), de los cuales no ha llegado hasta nosotros más que uno. Como se verá en la figura adjunta, el cuerpo de este espécimen presenta una asimetría bastante pronunciada, la cual debe ser, sin duda, accidental, motivada quizá por la contracción desigual en ambos lados de los segmentos.

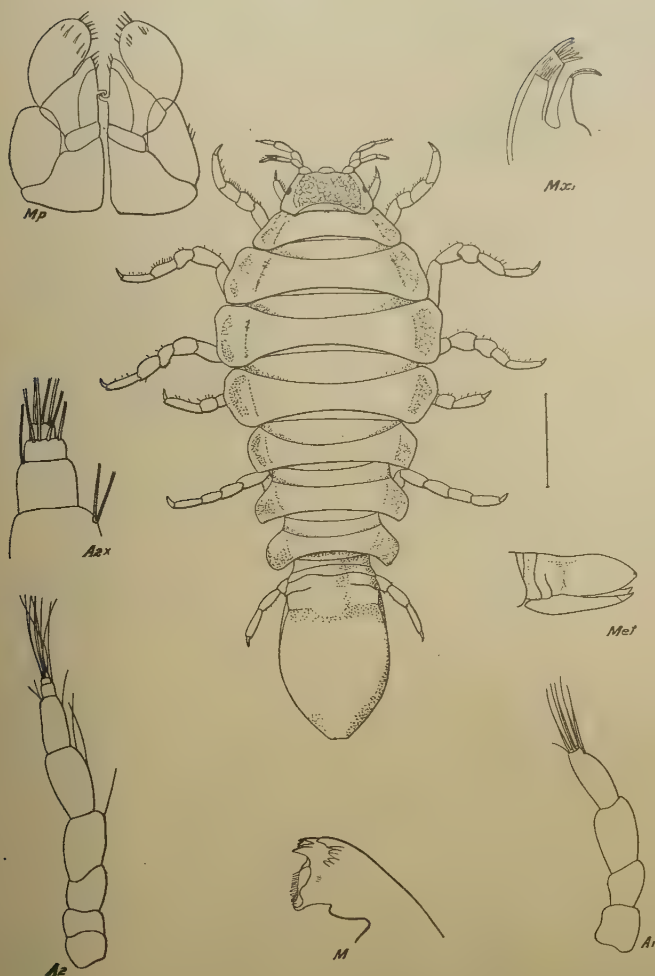
Entre todas las especies del género, presenta este espécimen semejanza con *E. magellanica* Cunningham; pero como no poseemos en nuestras colecciones material de comparación, preferimos determinarla en forma no definitiva; pues, la descripción que hace Cunningham de esta especie, y las ilustraciones que la acompañan, no bastan para poder identificarla, como lo hace presente Ohlin. La descripción de Miers, sobre los mismos ejemplares-tipos coincide con los caracteres de nuestro ejemplar, excepto en el tamaño, que en este último es igual a la mitad. En cuanto a la descripción que presenta Ohlin, de un ejemplar único, de la especie referida, encontrado en el Canal Smith, Puerto Bueno, algunos caracteres no coinciden con nuestro espécimen : en éste la cabeza no alcanza a ser tan larga como los dos primeros segmentos torácicos juntos y la base del abdomen presenta un vestigio del tubérculo mediano que existe en *E. tuberculata*, carácter, éste último, negativo en la descripción referida; además, en la figura 11, plancha XXIV (Ohlin, *loc. cit.)*, el ápice del segmento caudal es mucho menos aguzado que en el ejemplar observado por nosotros. Teniendo en cuenta que el ejemplar descrito por este autor no estaba en buen estado de conservación, según él lo atestigua, esta discordancia quizá no tuviera importancia.

Edotia Doello-Juradoi n. sp.

(Lám. IV)

Cuerpo convexo, alargado, sin tubérculos dorsales.

Cabeza dos veces y media más ancha que larga (de 2,5 milímetros de ancho por 1 de largo), convexa superiormente, con una ligera hendidura longitudinal en su porción media anterior, un poco expandida a los lados. Ojos pequeños, sin relieve, ubicados en el medio del borde lateral de la cabeza. Anténulas más cortas que las antenas. tetra-articuladas con una serie de cerdas laterales en el último artejo y un penacho de cerdas terminal. Antena con los dos primeros



Edotia Doello-Juradoi n. sp. : M*p*, maxilipedio × 60 ; M*x*$_1$, maxila del primer par × 60 ; A$_2$, antena × 60 ; A$_2$ ×, parte terminal de la antena × 210 ; M, mandíbula × 60 ; A$_1$, anténula × 60 ; Met, escudo caudal.

artejos subiguales, tercero, un poco mayor que los anteriores y a su vez menor que el cuarto, quinto artejo mayor que los demás; flagelo tetra-articulado con el artículo inferior casi igual al quinto artejo basal, artejos terminales reducidos. Primer par de maxilas con dos filamentos en el lóbulo interno. Maxilipedio con palpo tri articulado.

Primer segmento del tórax igual a la mitad del segundo, tercero un poco mayor que el segundo y a su vez menor que el cuarto, quinto igual al segundo, sexto y séptimo respectivamente menores que el segmento que les precede. La amplitud de los segmentos del tórax aumenta gradualmente hasta el tercero y disminuye a partir del cuarto. Superficie dorsal de los segmentos torácicos, en general, convexa; en todos los segmentos, excepto el primero, hay una hendidura o surco, en arco de círculo, cóncavo hacia adelante, que extendiéndose transversalmente desde el nacimiento del borde anterior de ambas epímeras, pasa, en la línea media del cuerpo, por la mitad de la longitud del segmento. Epímeras de los tres primeros segmentos próximas entre sí; epímeras de los últimos segmentos, apartadas unas de otras.

Abdomen un poco más corto que los cuatro últimos segmentos torácicos reunidos, en ejemplares pequeños (de seis milímetros en total), alcanza a tener la longitud de los cinco últimos segmentos. Escudo caudal, en general, convexo, con una depresión transversal en el primer tercio de su longitud; su superficie aparece un poco en realce en la dirección de la línea media, cerca de la base; sutura del primer segmento coalescente visible en toda su extensión; la del segundo, únicamente a los lados. El contorno lateral del abdomen se ensancha a partir de la base, más o menos en línea oblicua, hasta la sutura del segundo segmento coalescente, sigue luego una dirección casi paralela, un poco divergente hacia atrás, se estrecha después de los dos tercios de su longitud, en forma convexa, terminando en un ápice apenas marginado.

Dimensiones del ejemplar tipo : 14,5 milímetros de largo por 6 de ancho (a la altura del tercer segmento del tórax).

Color : amarillento con manchas purpúreas en el dorso; en los ejemplares jóvenes las manchas son violáceas.

Localidad : Puerto Harris, Isla Dawson, número 12694.

El espécimen tipo, hembra, la única forma adulta encontrada con numerosos ejemplares jóvenes, tenía adheridos a la cabeza, en el borde frontal, dos pequeños bivalvos.

Todos los ejemplares fueron hallados dentro de *Mytilus chilensis*

Hupé en forma, al parecer, medio parásita, adheridos al manto. Los especímenes jóvenes presentan el cuerpo, en proporción, más alargado, con una amplitud más homogénea en el tórax, pero las epímeras se mantienen separadas unas de otras, en la misma forma característica del adulto.

También fueron hallados por el señor Augusto L. Fistolera Maillié dos ejemplares de esta nueva especie, de 11 y 5 milímetros respectivamente de largo, sobre *Mytilus edulis var. platensis* d'Orb., procedente de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires (nº Cat. 14182); dichos especímenes se conservaron vivos, en nuestro laboratorio, varios días, habiéndose observado que siempre se mantenían adheridos en el interior de las valvas del *Mytilus,* sobre el manto o el pie; separados del huésped, son incapaces de nadar y son bastante torpes en sus movimientos, lo que está de acuerdo con sus hábitos de semiparásitos, muy probablemente.

Entre las especies que podrían compararse con la descrita figura *E. tuberculata* Guerin-Men., cuyas diferencias pueden apreciarse a primera vista, como se juzgará por las ilustraciones; *E. Doello-Juradoi* tiene el cuerpo, en proporción, más ensanchado anteriormente, sus bordes laterales no forman una línea más o menos continua, ovalada, como en *E. tuberculata;* no tiene tubérculos dorsales y el abdomen es menos convexo y menos aguzado en su ápice.

Comparada con *E. Lilljeborgi* Ohlin (Ohlin, *loc. cit.,* pág. 297, fig. 12), es ésta mucho más pequeña, tiene el abdomen más largo, en proporción, como los seis últimos segmentos torácicos, y los contornos del escudo caudal son más regulares.

Es digno de notar también el hecho de encontrarse *E. Doello-Juradoi,* sobre *Mytilus,* lo cual no ha sido observado en las otras especies.

IANIRIDAE

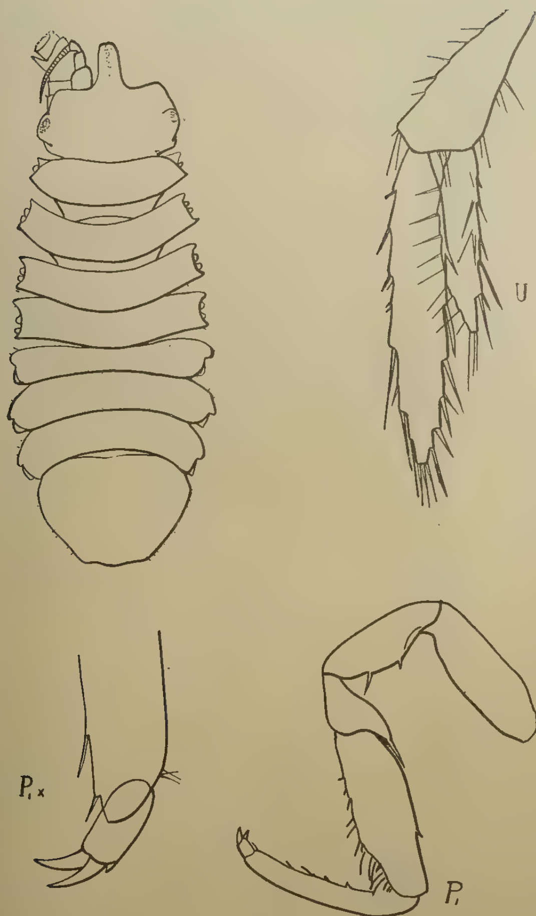
Notasellus trilobatus Richardson

(Lám. V)

1910. *Notasellus trilobatus,* Richardson, *Proc. U. S. Nat. Mus.,* 37, págs. 649-650. fig. 1.

Fueron coleccionados solamente dos ejemplares, ambos ♂, de seis milímetros de largo, de color amarillento.

Los ejemplares típicos descritos por Richardson, procedentes de las costas orientales de la Patagonia (lat. 48°37′ S., long. 65°46′ W.)



Notasellus trilobatus, Richardson × 12; U, uropodio × 24; P_1, pata del primer par × 23; P_1 ×, pata del primer par × 76

carecen de uropodios, por lo cual hemos creído conveniente hacerlos figurar; los caracteres que allí figuran coinciden con los de nuestros ejemplares, excepto en los que a continuación se enumeran. Nuestros especímenes tienen : el flagelo de la anténula 18-articulado en lugar de 11-articulado; el rostro no llega hasta el borde del tercer artículo de la antena, como aparece en la ilustración de la citada descripción; el propodo del primer par de patas, en el macho, no es abultado y es más largo; la forma del escudo caudal es un poco diferente. Como no poseemos especímenes tipos, es difícil juzgar si se trata, en realidad, de una especie diferente.

A pesar de tratarse aquí de ejemplares masculinos, el palpo del maxilipedio se asemeja mucho más al representado por Pfeffer (*Jahrb. Hamburg. Wissensch. Anst.*, IV, 1887, pág. 125, taf. VII, figs. 5, 10, 26) para la forma femenina de la especie *N. Sarsii*, pues no presenta sus últimos artículos tan alargados, en proporción, como los del macho de la misma especie.

Localidad : Punta Arenas, número 12700.

Iais pubescens (Dana)

(Lám. III, fig. 2)

1853. *Jaera pubescens*, Dana, *U. S. Expl. Exp. XIII, Crust.*. pág. 744, pl. 49. figs. 9 *a-d*.
1886. — Beddard, « *Challenger* » *Isop.* XVII, pág. 19, pl. 2, figs. 6-10.
1886. *Iais pubescens*, Bovallius, *Notes on Fam. Asellidae*. pág. 51.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. C. Horn, Crust.*, VI, (2), págs. F 70-71, pl. VIII, fig. 13.
1900. — Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 549, pl. XXXVIII.
1905-1911. — Ortmann, *Rep. Princ. Univ. Patagonia*, III, 2, *Zool.*, págs. 645-46.
1913. — Tattersall, *Trans. R. Soc. Edimb.*, XLIX (IV), pág. 890.

Son muy numerosos los ejemplares de esta especie, encontrados sobre *Exosphaeroma gigas* (Leach), adheridos a los segmentos basales de las patas del huésped. En el fondo del frasco que contenía *Exosphaeroma gigas,* fueron hallados especímenes de esta especie en gran cantidad, en la misma forma en que indica haberlos hallado Tattersall.

Color: blanco amarillento. Alcanzan a tener tres milímetros de largo.

Localidad : Punta Arenas, número del catálogo de la colección del Museo nacional de historia natural, 14117.

TRICHONISCIDAE

Trichoniscus magellanicus (Dana).

1852. *Styloniscus magellanicus,* Dana, *U. S. Expl. Exp.*, XIII, *Crust.*, pág. 736, pl. 48, figs. 7 *a-g*.
1881. — Miers, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 77.
1885. — Budde-Lund, *Crust. Isop. Ter.* pág. 271.
1891. — Dollfus, *Mis. Sc. C. Horn.*, VI, (2), pág. F 72, pl. VIII, fig. 14.
1900. *Trichoniscus magellanicus,* Stebbing, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pág. 566.

Longitud: 8 milímetros.

Color: pardo rojizo, con manchas más claras que le dan aspecto de mármol. Con pelos cortos y ralos distribuídos en toda su superficie.

Localidad: Punta Arenas, encontrados debajo de troncos húmedos, número del catálogo del Museo nacional de historia natural de Buenos Aires, 12695. Puerto Harris, Isla Dawson, número 12696.

BIBLIOGRAFÍA

F. E. BEDDARD, *Report on the Isopoda collected by H. M. S. « Challenger » during the years 1873-1876*, part I, *The genus Serolis*, vol. XI, 1884; part II, *Isopoda*, vol. XVII, 1886.

C. BOVALLIUS, *Notes on The Family Asellidæ. Bihang till K. Svenska Vet. Akad. Handlingar*, Band 11-15, 54 pp. Stockholm, 1886.

G. BUDDE-LUND, *Crustacea Isopoda terrestria, per familias et genera et species descripta.* Hauniae, 1885.

R. O. CUNNINGHAM, *Notes on the Reptiles, Amphibia, Fishes, Mollusca and Crustacea obtained during the voyage of H. M. S. « Nassau » in the years 1866-1869. Trans. Linn. Soc. London*, XXVII, pp. 498-500, pls. 50-59, 1871.

J. D. DANA, *Crustacea. United States Exploring Expedition during the years 1838-1842, under the command of C. Wilkes*, XIII, parte II, pp. 696-805, pls. XLVI-LIII, Philadelphia, 1852.

A. DOLLFUS, *Crustacés Isopodes. Mission scientifique du Cap Horn, 1882-1883*, VI (2), pp. 55-76, pls. VIII-VIII *a*, París, 1891.

— *Note préliminaire sur les espèces du genre Cirolana recueillies pendant les campagnes de « l'Hirondelle » et de la « Princesse Alice » sous la direction de S. A. S. le prince Albert 1er de Monaco. Bull Soc. Zool. France*, XXVIII, pp. 5-10, París, 1903.

J. C. FABRICIUS, *Mantissa Insectorum*, I. Hafniae. 1787.

J. C. FABRICIUS, *Entomologia Systematica emendata et aucta*, II, Hafniae, 1793.

F. E. GUÉRIN-MÉNEVILLE, *Crustacés. Iconographie du règne animal de Cuvier*, París, 1843.

H. J. HANSEN, *Cirolanidae et familae nonnulae propinquae Musei Hauniensis. Kgl. Danske Vidensk Selsk. Skrifter, 6te Raekke, naturg. og Math*, III (5), pp. 239-426, Copenhagen, 1890.

T. V. HODGSON, *Crustacea. Report on the collections of the « Southern Cross »*, XI, pp. 228-262, pls. XXIX-XL, London, 1902.

— *Crustacea, IX, Isopoda. National Antarctic Expedition, 1901-1904, Natural History*, vol. 5, Zool. and Bot, 77 p., 10 pls., 1910.

W. E. LEACH, *Dict. des Sc. Nat.*, XII, París, 1818 (1).

E. J. MIERS, *Descriptions of new species of Crustacea collected at Kerguelen's Island by the Rev. A. E. Eaton. Ann. Mag. Nat. Hist.*, vol. XVI, 4th Series, p. 73, London, 1875.

— *Account of the Crustacea collected during the Survey of H. M. S. « Albert » in the Straits of Magellan and on the Coast of Patagonia. Proc. Zool. Soc.*, pp. 61-79, pl. VII. London, 1881.

— *Revision of the Idoteidae, a Family of Sessile-eyed Crustacea. Journ. Linn. Soc. Zool.*, vol. XVI, pp. 1-88, pls. I-III, London, 1883.

M. MILNE-EDWARDS, *Histoire Naturelle des Crustacés*, III, París, 1840.

A. OHLIN, *Isopoda from Tierra del Fuego and Patagonia. I. Valvifera. Svenska Expeditionen till Magellansländerna*, 1895-1897, Band II, 11, pp. 261-306, pls. 20-25, Stockholm, 1901.

A. E. ORTMANN, *Crustacea and Pycnogonida collected during the Princeton Exp. to North Greenland. Proc. Ac. Sc. Phila*, pp. 144-168, 1901.

— *Crustacea of Southern Patagonia. Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899, III, 2, Zool.*, pp. 635-667, pl. XLVIII, 1911.

G. PFEFFER, *Die Krebse von Süd-Georgien nach der Ausbeute dar Deutschen Station 1882-1883, 1 Teil. Jahrb. d. Hamburg. Wissensch., Anst, Jahrg*, IV, pp. 41-150, Taf. I-VIII, Hamburg, 1887.

H. RICHARDSON, *Crustacés Isopodes. Expedition Antarctique Française, (1903-1905), commandée par le Dr. Jean Charcot : 1906*, pp. 1-23, pl. I; 1908, pp. 1-8, París, 1906-1908.

— *Description of a new isopod of the genus Notasellus from the east coast of Patagonia. Proc. U. S. Nat. Mus.*, t. 37, pp. 649-650, fig., Washington, 1910.

— *Crustacés Isopodes. Deuxième Expédition Actarctique française, (1908-1910)*, pp. 1-24, 1913.

J. C. SCHIOEDTE ET F. MEINERT, *Symbolae ad monographiam Cymothoarum, Crustaceorum Isopodum Familae. Naturh. Tidsskrift* (III), vol. XII, p. 321, Copenhagen, 1879.

T. R. R. STEBBING, *Crust. from Falkland Island collected by M. R. Vallentin :* I, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pp. 517-568, pls. 36-39, 1900; II, *Proc. Zool. Soc. Lond.* pp. 341-378, pls. I-IX, 1914; III, *Proc. Zool. Soc. Lond.*, pp. 327-340, pls. I-V, 1919.

(1) Obra que no ha sido consultada por la autora.

W. M. Tattersall, *The Schizopoda, Stomatopoda and non Antarctic Isopoda of the Scottish National Antarctic Expedition. Trans. Roy. Soc. Edimburgh,* vol. XLIX, pp. 865-894, 1913.

E. Vanhöffen, *Die Isopoden der Deutschen Südpolar-Expedition, 1901-1903. Deutsch. Sudp. Exp.*, Bd. 15, H. 4, pp. 447-598, 132 text-fig., Berlín, 1914.

A. White, *Descriptions of apparently new spp. and varieties of Insects and other Annulosa, principally from the collection in the British Museum. Ann. Mag. Nat. Hist.,* XII, p. 342, 1843.

Museo Nacional de Historia Natural.

RESULTADOS

DE LA

PRIMERA EXPEDICIÓN A TIERRA DEL FUEGO (1921)

ENVIADA POR LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES (¹)

EQUINODERMOS

I. EQUINOIDEOS

POR IRENE BERNASCONI

La fauna de Equinodermos de la región magallánica es conocida por las publicaciones de expediciones extranjeras que han visitado aquellas localidades. Entre el material reunido por la expedición de la Universidad de Buenos Aires se encuentran representantes de la mayor parte de las especies ya descritas en las citadas publicaciones; pero como estos animales son muy poco conocidos por los estudiosos del país y las publicaciones mencionadas en general son poco accesibles, he creído conveniente, de acuerdo con el jefe de aquella excursión, profesor Martín Doello-Jurado, dar aquí descripciones abreviadas e ilustraciones parciales de todas las especies, dado que su número es reducido, a fin de que el presente estudio pueda tener mayor utilidad.

Agrego también la bibliografía principal, dejando las descripciones e ilustraciones más detalladas y la bibliografía y sinonimia comple-

(¹) Véase tomo XCIV, páginas 59 y 229; tomo XCVI, página 225; tomo XCVII, páginas 87 y 231; tomo XCVIII, páginas 5 y 231; y tomo XCIX, página 229 de estos *Anales*.

tas, para el estudio de conjunto sobre los Equinodermos de la Argentina en que desde hace tiempo trabajo en el Museo Nacional de Historia Natural Benardino Rivadavia, con la cooperación para algunos grupos, de especialistas extranjeros.

Con el objeto de completar esta enumeración, agrego también dos ejemplares de una misma especie que, como se ve más adelante, no figuraban en las colecciones de la excursión de la Universidad.

Debo a la atención del profesor M. Doello-Jurado las indicaciones bibliográficas y observaciones biológicas que me han guiado en este estudio, así como la facilitación del material recolectado; y agradezco al profesor J. Nielsen las fotografías que acompañan esta publicación, sacadas en el laboratorio fotográfico de la Facultad de Ciencias exactas físicas y naturales.

Arbacia Dufresnei (Blainville)

(Lam. I, figs. 1-3)

Echinus Dufresnii Blainville, 1825. *Dict. de Sc. naturelles,* vol. 37, pág. 76.

Arbacia Dufresnii, A. Ag. 1872-1874. *Revision of Echini,* pág. 399.

Arbacia Dufresnii A. Agassiz, 1874. « *Hassler* » *Echinoidea Mem. Mus. Comp. Zool.*, vol. IV, pág. 6, pl. I, figs. 3-4.

Arbacia Dufresnii A. Agassiz, 1881. « *Challenger* » *Echinoidea,* vol. III, págs. 58, 209, 250.

Arbacia Dufresnei (Blv.). M. Meissner, 1900. *Echinoideen Hamb. Magalh. Sammelreise,* pág. 5.

Arbacia Dufresnii (Blv.), A. Ag. P. de Loriol, 1904. *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes,* 2ª serie, fasc. II, pág. 8, pl. I, figs. 2-5.

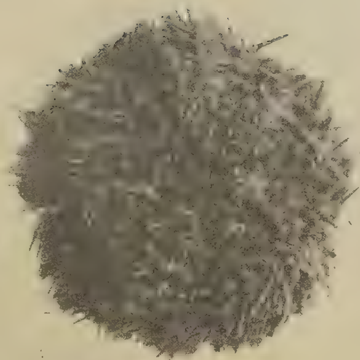
Arbacia Dufresnii (Blv.) Th. Mortensen, 1910. *Swedish South Polar Exp. Ech.*, pág. 25, pl. V, figs. 4-12.

Caparazón más o menos globuloso, convexo en su cara superior y aplanado en su cara inferior; contorno circular.

Zonas interambulacrales notables por su color verde claro y desprovistas de púas en su mayor extensión. Zonas ambulacrales cubiertas totalmente de pedicelarias y púas, aumentando éstas en tamaño y número en el ambitus y en la cara inferior.

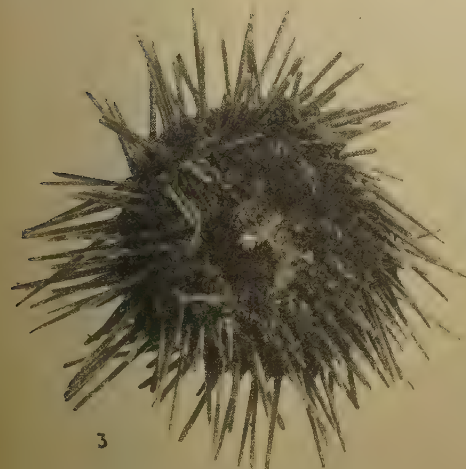
Zona apical (fig. I, 1) bastante extensa. Placas genitales de forma pentagonal, cada una con un poro ovalado situado más bien cerca del vértice. Placas neurales de forma triangular; sus distancias al centro varían, sólo una llega al periprocto; los poros neurales poco visibles, hallándose cubiertos por una prolongación mediana de la placa. Periprocto romboidal, cubierto por cuatro plaquitas triangulares.

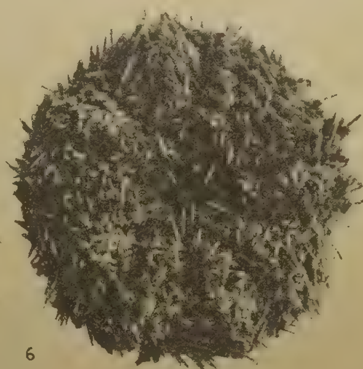












Arbacia Dufresnei (Blainville) $^{5}/_{6}$: 1, cara aboral; 2, cara lateral; 3, cara oral

Loxechinus albus (Molina) $^{5}/_{6}$: 4, cara aboral; 5, cara lateral; 6, cara oral

Peristoma de contorno pentagonal, con un diámetro más o menos igual a la mitad del diámetro del caparazón.

Zonas ambulacrales muy angostas. A partir de la placa neural, los poros ambulacrales se disponen en dos filas paralelas, llevando cada una de ellas un par de poros dispuestos transversalmente (fig. I, 3); pasando el ambitus su número aumenta hasta tres y cuatro pares, colocados en arcos oblicuos (fig. I, 9). Entre las filas de poros hay una

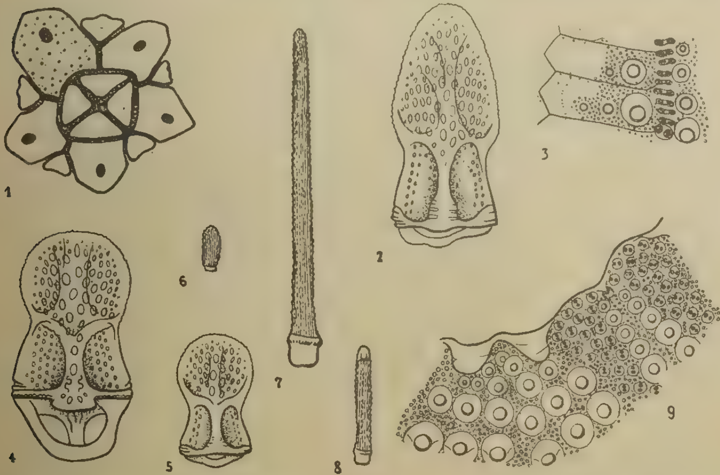


Fig. I. — *Arbacia Dufresnei* (Blainville) : 1, zona apical (× 2); 2, valva de pedicelaria tridentada (× 63,3); 3, placas interambulacrales y ambulacrales del ambitus (× 2); 4, valva de pedicelaria oficéfala (× 62); 5, valva de pedicelaria trifoliada (× 64); 6, 7 y 8, púas corta, mayor y mediana (× 2); 9, placas interambulacrales y ambulacrales cerca del peristoma (× 2).

doble hilera de tubérculos, de mayor tamaño en el ambitus, y que sigue hacia la zona apical terminando en una sola hilera.

Zonas interambulacrales muy anchas; el ancho mayor se mide en el ambitus, disminuyendo hacia la zona apical y hacia el peristoma. En la cara inferior (fig. I, 9) cada placa lleva tres grandes tubérculos que ocupan totalmente su superficie; en el ambitus se cuentan cuatro; hacia la zona apical disminuye progresivamente su número, terminando a la distancia de tres o cuatro placas del vértice en una sola hilera externa, siendo ésta la única que se continúa desde la zona apical hasta el peristoma.

Las púas mayores (fig. I, 7) y medianas (fig. I, 8) cubren totalmente la cara inferior, el ambitus y en menor número la cara superior; son

de contorno cilíndrico, estriadas longitudinalmente. Las púas cortas (fig. I, 6), de igual forma, se encuentran en la cara superior.

Las pedicelarias se refieren a tres tipos : oficéfalas, tridentadas y trifoliadas. Las oficéfalas son numerosas; tienen un pedúnculo largo y calcáreo ; su valva (fig. I, 4) mide 558 μ de largo, borde ligeramente dentado y con una arista mediana provista de una lengüeta pronunciada en su parte basal. Las pedicelarias tridentadas son escasas ; su valva (fig. I, 2) es relativamente más larga y angosta, mide 589 μ de largo, también con arista mediana y borde dentado. La valva de las pedicelarias trifoliadas (fig. I, 5) es más pequeña, mide 310 μ de largo, su forma y borde muy semejante a la oficéfala ; pedúnculo calcáreo sólo hasta la parte media.

Color verde en las zonas interambulacrales y apical. Los tubérculos son blanquecinos, y aumentando su tamaño y número en la cara inferior, dan a ésta en conjunto un color blanco. Púas de color amarillento pardusco, en partes violado.

Se han coleccionado 20 ejemplares, de los cuales se conservan 8 en formol, 5 en alcohol y 7 en seco, de los que sólo se guarda el caparazón, faltando a 3 las placas anales.

Dimensiones en milímetros de los ejemplares en seco :

Diámetro del caparazón	52	47	47	51	50	50	48
Altura del caparazón	29	24	27	28	26	27	25
Diámetro del peristoma...........	27	25	25	27	25	27	24
Ancho de la zona ambulacral	9	8	8	8	8	9	7
Ancho de la zona interambulacral..	23	21	21	23	22	22	22
Número de placas anales..........	—	—	3	4	5	—	4

El ejemplar observado (lám. I, 1-3) tiene las siguientes dimensiones :

	Milímetros
Diámetro del caparazón..........	50
Altura del caparazón	27
Diámetro del peristoma...........	27
Diámetro de la zona apical........	14
Ancho de la zona ambulacral......	9
Ancho de la zona interambulacral .	22
Largo de la púa mayor............	26
Largo de la púa mediana..........	10
Largo de la púa corta.............	4

Colección del Museo Nacional de Historia Natural Benardino Rivadavia, nº 12.653.

Localidad : Puerto Harris (Isla Dawson). Estrecho de Magallanes.

Distribución geográfica : Especie litoral de Sudamérica, desde la desembocadura del Río de la Plata (costa oriental) hasta Puerto Montt (costa occidental).

Hallada por la expedición antártica francesa (a bordo del « Français ») en la Isla Booth Wandel (continente antártico).

Loxechinus albus (Molina)

(Lám. I, figs. 4-6)

Echinus albus Molina, 1782. *Compendio de la Historia geográfica, natural y civil de Chile*, tomo I, pág. 213.

Strongylocentrotus albus, A. Ag. 1872-1874. *Revision of Echini*, pág. 438.

Strongylocentrotus gibbosus, A. Agassiz, 1881. « *Challenger* » *Echinoidea*, vol. III, pág. 106.

Strongylocentrotus albus (Mol.) M. Meissner, 1900. *Echinoideen Hamb. Magalh. Sammelreise*, pág. 8.

Loxechinus albus (Mol.) Th. Mortensen, 1903. « *Ingolf* » *Echinoidea*, tomo I, págs. 122-134, pl, XVII, figs. 5-18.

Loxechinus albus (Mol.) Th. Mortensen, 1910. *Swedish South Polar Exp. Ech.*, pág. 52, pls. VI, VIII, XVI.

Forma globulosa, algo aplanada en la cara superior y en la inferior; contorno circular, ligeramente pentagonal.

Zona apical (fig. II, 7) relativamente grande. Las placas genitales llevan cada una, un poro ovalado y numerosos tubérculos irregularmente dispuestos; la placa madrepórica sobresale por su mayor tamaño y altura. Cada una de las placas neurales lleva un poro ovalado y tubérculos de tamaño variable; ninguna de ellas llega al periprocto. Periprocto circular con numerosas plaquitas irregularmente dispuestas.

Peristoma más bien pequeño en relación al diámetro, contorno circular, algo pentagonal, con sinuosidades poco profundas.

Zonas ambulacrales casi del mismo ancho que las zonas interambulacrales, exceptuando en el ambitus donde éstas son más anchas; en el peristoma son más angostas que las primeras.

Cada placa ambulacral (fig. II, 3) lleva un tubérculo primario en posición algo interna y tubérculos secundarios de tamaño y posición variables. Poros ambulacrales en arcos oblicuos de siete a ocho pares cada uno; el número de estos disminuye sucesivamente hacia el peristoma, terminando en hileras de tres y dos pares de poros en posición casi horizontal (fig. II, 8).

La zona interambulacral (fig. II, 2) lleva una doble hilera de tubérculos más grandes que los ambulacrales. Cada placa lleva además de este tubérculo mayor, situado en su parte central, otros secundarios de tamaño y posición variables, generalmente uno mayor en el ángulo interno de la placa.

Púas (fig. II, 5), de color verde claro, estriadas longitudinalmente y terminan en punta afilada. Las primarias miden hasta 18 milímetros de largo; son pues, cortas en relación al diámetro del caparazón: la mayor parte de ellas se ven truncas.

Las pedicelarias oficéfalas (fig. II, 1) presentan cuello largo y sus valvas, algo ensanchadas, de borde aserrado, miden 627 μ de largo. Las pedicelarias trifoliadas (fig. II, 9), también de cuello largo, tienen valvas, de borde liso, de 198 μ de largo. Las valvas de las pedicelarias tridentadas (fig. II, 4) miden 627 μ de largo. Las pedicelarias globíferas (fig. II, 6) son de cuello corto: sus valvas miden 495 μ de largo y llevan fuertes dientes en la extremidad.

Color del caparazón, seco y desprovisto de púas, verdoso y rojizo. Predomina el color verde en las zonas ambulacrales, menos el espacio central, entre los tubérculos primarios, que es de color rojizo. Las zonas interambulacrales son verdes hacia el lado externo y rojizo hacia el lado interno. Estos colores se aclaran hacia el peristoma. Tubérculos blancos.

En la colección figuran 17 ejemplares, de los cuales 6 están conservados en alcohol, 6 en formol y 5 en seco. El caparazón de estos últimos tiene las siguientes medidas, en milímetros :

Diámetro	88	72	69	68	60
Altura	47	39	35	32	31
Peristoma	23	22	21	20	18
Ancho de la zona ambulacral	23	19	18	18	16
Ancho de la zona de poros	7	6	5	6	5
Ancho de la zona interambulacral	34	26	26	24	21

Colección del Museo Nacional de Historia Natural Bernardino Rivadavia, número 12.654.

Localidad : Cerca de Puerto Harris (Isla Dawson). Estrecho de Magallanes.

Distribución geográfica : Especie litoral, costa sur de Sudamérica, desde el Estrecho de Magallanes (lado oriental) hasta Perú (lado occidental). Ushuaia, Tierra del Fuego.

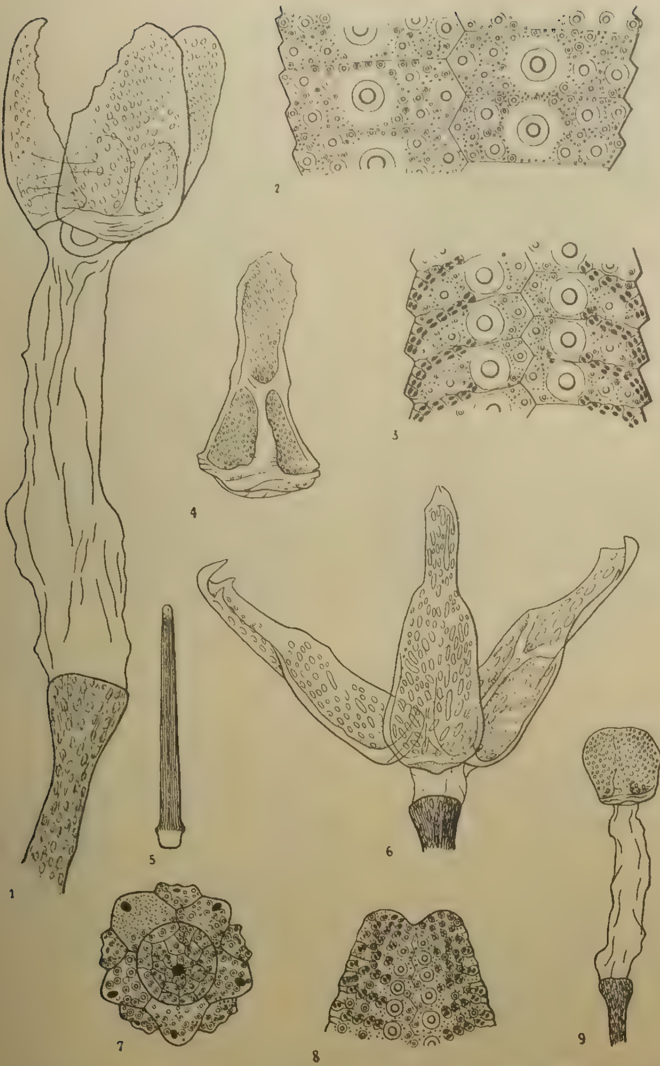


Fig. II. — *Loxechinus albus* (Molina) : 1, pedicelaria oficéfala, valvas (× 59); 2, placas interambulacrales del ambitus (× 2); 3, placas ambulacrales del ambitus (× 2); 4, valva de pedicelaria tridentada, vista del lado interno (× 59); 5, pua (× 2); 6, pedicelaria globifera, valvas (× 90); 7, zona apical (× 2); 8, placas ambulacrales cerca del peristoma (× 2); 9, pedicelaria trifoliada, valva (× 60).

Notechinus magellanicus (Philippi) (1)

(Lám. II, figs. 1-3)

Echinus magellanicus Philippi, 1857. *Vier neue Echinodermen des Chilenischen Meeres*, pág. 130.
Echinus magellanicus, A. Ag. 1872-1874. *Revision of Echini*, pág. 492.
Echinus magellanicus A. Agassiz, 1874. « *Hassler* » *Echinoidea Mem. Mus. Comp. Zool.*, vol. IV, pág. 11, pl. III, fig. 5.
Echinus magellanicus A. Agassiz, 1881. « *Challenger* » *Echinoidea*, vol. III, pág. 116.
Echinus magellanicus Phil. M. Meissner, 1900. *Echinoideen Hamb. Magalh. Sammelreise*, pág. 10.
Echinus magellanicus Phil. P. de Loriol, 1904. *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes*, 2ª série, fasc. II, pág. 13, pl. I, figs. 7-9.
Notechinus magellanicus (Phil.) Th. Mortensen, 1910. *Swedish South Polar Exp. Ech.*, pág. 36, pl. 16, figs. 3, 6, 9-12, 19.

Forma globulosa, aplanada en la cara inferior, ligeramente convexa en la cara superior; contorno circular.

Zona apical (fig. III, 2) relativamente grande, notable por su placa madrepórica inflada. Placas genitales de forma más o menos pentagonal, deforme; cada una con un poro ovalado y varios tubérculos secundarios, algunos de éstos forman una hilera que bordea el periprocto. Placas neurales sensiblemente grandes, una de ellas llega al periprocto; cada una con un poro ovalado casi circular y varios tubérculos secundarios. Periprocto ovalocircular con numerosas plaquitas, una mayor casi circular, las dos contiguas alargadas y las restantes pequeñas, rodean el ano desplazado hacia un lado.

Peristoma pequeño, circular, con sinuosidades apenas visibles.

Zonas ambulacrales se distinguen por el color más claro de las zonas de poros y por una doble hilera de tubérculos primarios. Cada placa (fig. III, 3) lleva un tubérculo primario en el centro, uno secundario en el ángulo interno, otros formando líneas oblicuas que separan los arcos de poros y algunos más pequeños irregularmente dispuestos. Los poros ambulacrales, en arcos oblicuos, cada uno formado de tres pares de poros, de los cuales dos corresponden a una placa y el tercero a la inmediata superior.

(1) Al devolver a la imprenta las pruebas de este trabajo, recibo el *Catalogue of the Recent Sea-Urchins in the Collection of the British Museum Natural History* by Hubert Lyman Clark. (London 1925) donde el autor (pág. 118) considera que el género *Notechinus* Mortensen debe reunirse con *Pseudechinus* Mortensen, y por lo tanto nuestra especie es *Pseudechinus magellanicus*.

1

4

2

5

3

6

Notechinus magellanicus (Philippi) × 1,6 : 1, cara aboral; 2, cara lateral; 3, cara oral.

Abatus cavernosus (Philippi) × 1,6 : 4, cara aboral; 5, cara lateral izquierda; 6, cara oral.

Zonas interambulacrales algo más anchas que las ambulacrales cerca de la zona apical y en el ambitus; hacia el peristoma disminuye sensiblemente su ancho haciéndose más angostas que las últimas. Cada placa (fig. III, 1) lleva un tubérculo primario central, y dos o tres externos; otros de tamaño y posición variable la cubren totalmente. Púas (fig. III, 7) largas y delgadas, estriadas longitudinalmente.

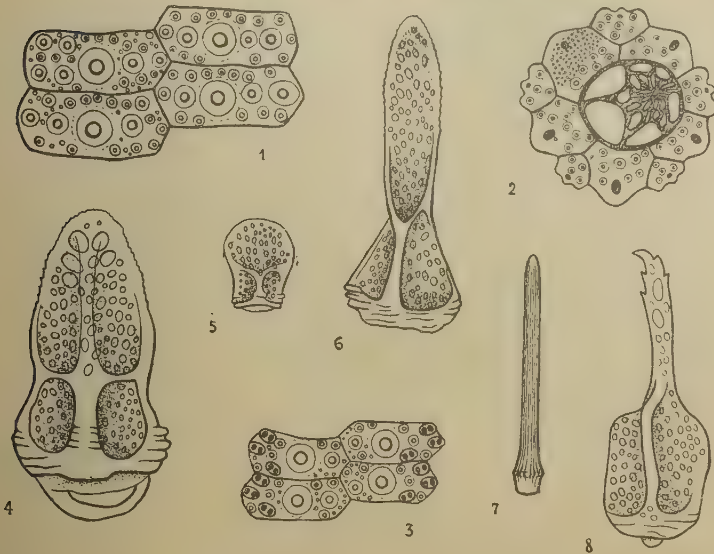


Fig. III. — *Notechinus magellanicus* (Philippi) : 1, placas interambulacrales (× 4,4); 2, zona apical (× 4,4); 3, placas ambulacrales (× 4,4); 4, valva de pedicelaria oficéfala (× 101); 5, valva de pedicelaria trifoliada (× 113); 6, valva de pedicelaria tridentada (× 88); 7, púa (× 7,4); 8, valva de pedicelaria globífera (× 105).

color rosa violado en la base y blanquecino en la punta; el largo de éstas varía entre 2 y 11 milímetros.

Pedicelarias oficéfalas y trifoliadas no ofrecen particularidades en cuanto a su forma y tamaño; sus valvas (figs. III, 4 y 5) miden respectivamente 465 μ y 124 μ de largo. Pedicelarias tridentadas, con valva (fig. III, 6) que mide 465 μ de largo, de borde ligeramente dentado. La valva de la pedicelaria globífera (fig. III, 8) mide 434 μ de largo, termina en un diente afilado y con uno o dos dientes a ambos lados; su base ensanchada presenta una quilla saliente.

Color del caparazón, rosa pardusco, más intenso en las zonas in-

terambulacrales y en la línea media de las zonas ambulacrales, más claro en la zona apical, en las zonas de poros y alrededor del peristoma. Tubérculos blanquecinos.

Se han coleccionado 127 ejemplares : 72 juveniles, conservados en alcohol, 51 en formol y 4 en alcohol (San Valentín).

El caparazón de alguno de ellos tiene las siguientes medidas, en milímetros :

Diámetro	23	24	22	21	18
Altura	11	14	11	11	10
Diámetro del peristoma	8	8.5	8	8	7
Ancho de la zona ambulacral	6	6.5	5.5	5.5	5
Ancho de la zona de poros	1	1	1	1	1
Ancho de la zona interambulacral	8	8.5	8	7	6
Ancho de la zona apical	6.5	6.5	6	5.5	5.5

Colección del Museo Nacional de Historia Natural Bernardino Rivadavia, número 12.655.

Localidad : Puerto Harris y San Valentín (Isla Dawson). Punta Arenas, Estrecho de Magallanes.

Distribución geográfica : Especie litoral de la costa sur de Sudamérica, desde Río de la Plata hasta Ancón (Perú). Islas Falkland, Isla Sud Georgia.

Abatus cavernosus (Philippi)

(Lám. II, figs. 4-6)

Tripylus cavernosus Philippi, 1845. *Beschreibung einiger neuen Echinodermen. Arch. f. Nat.*, XI, I, pág. 345, taf. XI.

Tripylus (Abatus) cavernosus Troschel, 1851. *Uber die Gattung Tripylus. Arch. f. Nat.*, XVII, I, pág. 72.

Hemiaster Cavernosus, A. Ag. 1872-1874, *Revision of Echini*, pág. 587, pl. XXI^{c}, fig. 1-2.

Hemiaster Gallegosensis P. De Loriol, 1904. *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes*, 2ª série, fasc. II, pág. 5, pl. I. fig. 1.

Abatus cavernosus (Phil.) Th. Mortensen, 1910. *Swedish South Polar Exp. Ech.*, pág. 70, pl. 10, f. 2, 4, 6-8, 10-13, pl. 19, figs. 35, 41, 50, 51.

Ejemplar ♀. Caparazón ovalado, cordiforme, con una escotadura en la parte anterior; contorno (desprovisto de púas), subhexagonal.

Cara superior convexa, con declive suave hacia el ambitus.

Cara inferior ligeramente convexa. Peristoma situado en el tercio

anterior (lám. II, 6), de contorno semilunar, con el labio posterior fino y saliente.

Cara posterior, bruscamente truncada, lisa. Periprocto ovalado, vertical, desplazado hacia arriba. No hay semita subanal.

Zona apical (fig. IV, 3) al nivel del diámetro transversal, sin dis-

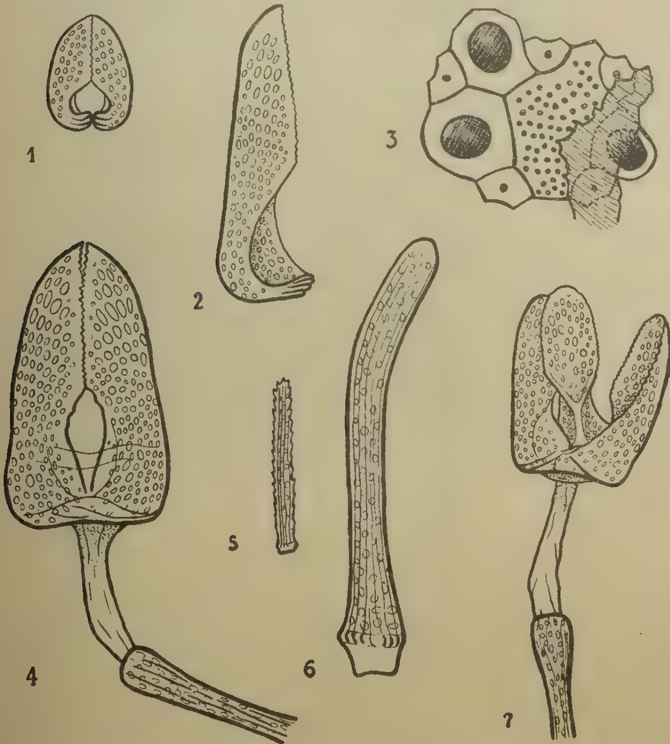


Fig. IV. — *Abatus cavernosus* (Philippi) : 1, valvas de pedicelaria trifoliada (× 52); 2, valva de pedicelaria tridentada, vista de lado (× 49); 3, zona apical (× 4); 4, pedicelaria tridentada (bivalva), valvas (× 37); 5, púa mediana (× 10); 6, púa espatuliforme (× 10); 7, pedicelaria tridentada, valvas (× 45).

tinción visible de placas genitales y oculares. Tres poros genitales, relativamente grandes, dos a la izquierda frente al vértice del pétalo anterior par correspondiente, uno a la derecha en el vértice del interambulacro posterior par derecho. Placa madrepórica sobre el diámetro longitudinal, alargada hacia la parte posterior.

Las zonas ambulacrales (o pétalos) (lám. II, 4) están bordeadas por

la semita peripetal, sinuosa y angosta. El pétalo anterior impar, ligeramente excavado, se continúa fuera de la semita marcando la escotadura al nivel del ambitus; largo (hasta la semita) 12 milímetros; ancho 3,5 milímetros. Pétalos anteriores pares, profundamente excavados, cada uno en ángulo de 60° con el diámetro longitudinal; largo 12 milímetros; ancho 4 milímetros. Pétalos posteriores pares, excavados como los anteriores, pero algo más cortos y angostos; forman ángulos de 30° con el diámetro longitudinal; largo 10 milímetros; ancho 3 milímetros. Poros ambulacrales en doble hilera, cada una de 19 a 21 pares de poros, situados dentro del surco, a ambos lados del pétalo: continúan aisladamente fuera de la semita volviendo a reunirse en doble hilera al llegar al peristoma.

Las zonas interambulacrales sobresalen algo con relación a los pétalos. El interambulacro posterior impar forma en la cara inferior el esternón o plastrón ventral, que presenta una pequeña prominencia hacia la parte posterior.

Los tubérculos perforados cubren las zonas interambulacrales, son de mayor tamaño en el esternón y alrededor de los pétalos. Tubérculos pequeños, no perforados, irregularmente dispuestos en los ambulacros y pétalos.

Púas grandes, espatuliformes (fig. IV, 6) en el esternón, en los interambulacros cerca del peristoma y alrededor de los pétalos, sobre los cuales se entrecruzan formando una cubierta protectora. Púas medianas, de borde aserrado (fig. IV, 5), cubren el resto del caparazón y otras más pequeñas en las semitas.

Pedicelarias tridentadas, de cuello corto, se encuentran indistintamente tri y bivalvas, son de forma y tamaño variable. Las valvas (fig. IV, 7) miden 341 μ de largo, borde finamente aserrado, extremidad superior redondeada, parte basal lisa y quilla poco saliente. Otras mayores tri y bivalvas (fig. IV, 4) de 589 μ de largo y aun pueden sobrepasar 1 milímetro. Pedicelarias trifoliadas (fig. IV, 1) bi y trivalvas, de forma semejante a las anteriores, pero más pequeñas y comprimidas lateralmente; largo de la valva 170 μ.

Tratado el ejemplar con potasa y observado detenidamente todo lo que queda del caparazón, no encuentro las pedicelarias globíferas ni rostradas, tales como indica Mortensen (*Sw. Southpolar Exp.*, pág. 72, pl. XIX, figs. 28, 29, 30, 38, 45).

Color blanco.

Dimensiones del caparazón : diámetro longitudinal 31 milímetros; diámetro transversal 27 milímetros; altura 20 milímetros.

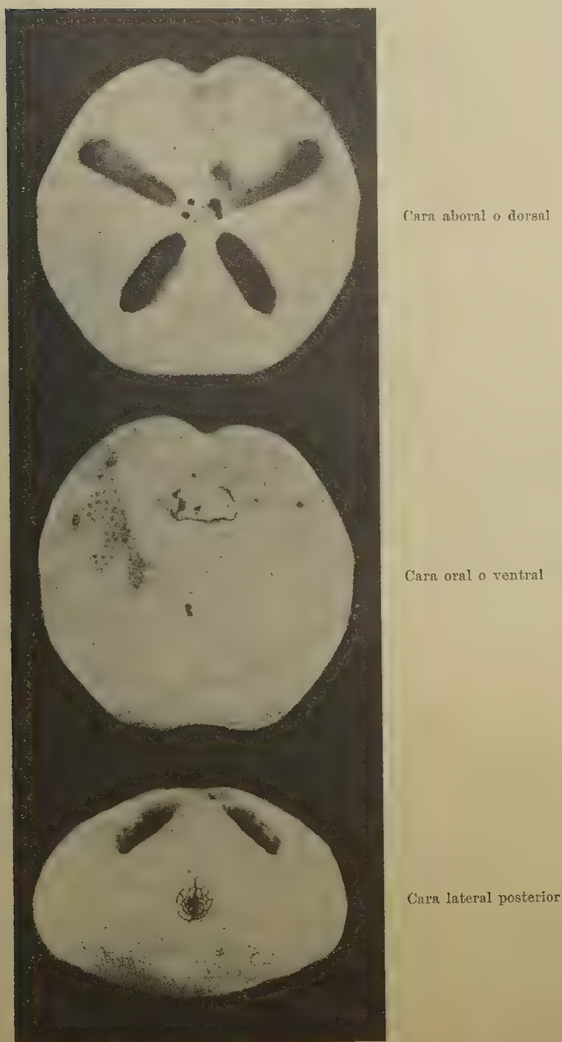


Fig. V. — *Abatus cavernosus* (Philippi) $^{8}/_{9}$: caparazón desprovisto de púas

Interesante por sus costumbres incubadoras; la hembra guarda los huevos y embriones en los pétalos posteriores, protegidos por las púas.

Entre las púas de la semita, principalmente cerca de los pétalos posteriores y en el pétalo anterior, hallé unos pequeños pelecípodos, que el profesor Doello-Jurado determinó como pertenecientes al género Lepton.

Este ejemplar figura en la colección del Museo Nacional de Historia Natural Bernardino Rivadavia, número 906, procedente de Bahía Buen Suceso, Tierra del Fuego.

El otro ejemplar, ♀ (fig. V), pertenece a la misma especie, aunque difiere aparentemente en su forma. Contorno casi circular, subhexagonal; mitad derecha algo más abultada que la izquierda. Periprocto ovoide, agudo en su parte superior. Semita subanal rudimentaria. En los demás detalles específicos responde exactamente a la descripción anterior.

Dimensiones del caparazón : diámetro longitudinal 56 milímetros; diámetro transversal 55 milímetros; altura 34 milímetros; pétalo anterior impar, largo 23 milímetros, ancho 6 milímetros; pétalos anteriores pares, largo 26 milímetros, ancho 5 milímetros; pétalos posteriores pares, largo 21 milímetros, ancho 6 milímetros.

Color blanco.

Coleccion del Museo Nacional de Historia Natural Bernardino Rivadavia, número 13.988. (I. Bernasconi leg.)

Localidad : Puerto Deseado. Lo encontré en la playa, en una excursión que hice al sur en enero de 1923.

Ambos ejemplares, de una misma especie, aunque no figuran en las colecciones de la Expedición, creo oportuno incluirlos en esta enumeración, pues pertenecen a la fauna magallánica.

Distribución geográfica : Según Mortensen (*Sw. Southpolar Exp.*, pág. 74) esta especie, litoral de Sudamérica, se extiende desde 52° latitud sur, costa argentina hasta (?) latitud sur costa chilena, Tierra del Fuego, islas South Georgia, isla Juan Fernández y posiblemente islas Malvinas.

No se conoce con seguridad su distribución geográfica, dado la confusión que existe entre las especies del género *Abatus*, pero es interesante hacer notar que el ejemplar de Puerto Deseado, 47°30′ latitud sur, alcanza algunos grados más al norte de lo que indica Mortensen.

BIBLIOGRAFÍA

AGASSIZ, A., 1872-1874. *Revision of the Echini (Illustratd Catalogue of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College,* vol. III, nº 7.)

AGASSIZ, A., 1874. *The zoological results of the Hassler Expedition (Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College,* vol. IV, nº 8).

AGASSIZ, A., 1881. *Report on the Echinoidea dredged by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. Zool.*, vol. III, part I.

CLARK H. L., 1925. *Catalogue of the Recent Sea-Urchins in the collection of the British Museum (Natural History).* London.

LORIOL, P. DE, 1904. *Notes pour servir à l'étude des Echinodermes,* 2e série, fasc. II, Genève.

MEISSNER, M., 1900. *Echinoideen. Ergebnisse der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise, 1892-93,* I band., Hamburg.

MOLINA, 1782. *Saggio sulla Storia naturale del Chili.*

MORTENSEN, TH., 1903. *Echinoidea. The Danish Ingolf Expedition,* vol. IV, part. I, Copenhagen.

MORTENSEN, TH., 1910. *The Echinoidea of the Swedish Southpolar Expedition (Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901-03.* band. VI, Zoologie II, lief 4).

PHILIPPI. R. A., 1845. *Beschreibung einiger neuer Echinodermen nebst kritischen Bemerkungen über einige weniger bekannte Arten,* en *Archiv für Naturgeschichte.* 11 Jahrg., I band., Berlin.

PHILIPPI, R. A., 1857. *Vier neue Echinodermen des chilenischen Meeres,* en *Archiv für Naturgeschichte,* 23 Jahrg., I band., Berlin.

TROSCHEL, F. H., 1851. *Ueber die Gattung Tripylus,* en *Archiv für Naturgeschichte,* 17 Jahrg., I band., Berlin.

MEMORIA ANUAL

DEL PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA

Ingº EDUARDO HUERGO

CORRESPONDIENTE AL QUINCUAGÉSIMO SEGUNDO PERÍODO ADMINISTRATIVO
(1º DE ABRIL DE 1924 A 31 DE MARZO DE 1925)
LEÍDA EN LA ASAMBLEA DEL 15 DE ABRIL DE 1925

Señores consocios :

De conformidad a lo prescripto por el artículo 19, inciso 9º del Reglamento, voy a informaros sobre la actuación y el estado de la Sociedad durante el 52º ejercicio administrativo (1º de abril de 1924 a 31 de marzo de 1925).

JUNTA DIRECTIVA

En la asamblea realizada de acuerdo con el artículo 13 del Reglamento, el 10 de abril de 1924, quedó constituída la Junta directiva en la forma siguiente :

Presidente : Ingeniero Eduardo Huergo, para completar el período de dos años.

Vicepresidente 1º : Doctor Nicolás Lozano, elegido por el período de dos años.

Vicepresidente 2º : Doctor Juan Nielsen, para completar el período de dos años.

Secretario de actas : Ingeniero Juan José C. Mosca, elegido por el período de dos años.

Secretario de correspondencia : Ingeniero Miguel A. Solari, para completar el período de dos años.

Tesorero : Ingeniero Enrique Butty, elegido por el período de dos años.

Pro-tesorero : Ingeniero José Debenedetti, para completar el período de dos años.

Bibliotecario : Doctor Reinaldo Vanossi, elegido por el período de dos años.

Vocales : Doctor Abel Sánchez Díaz, ingeniero Sebastián Ghigliazza, profesor Félix F. Outes, ingeniero Oscar Schoo Lastra, elegidos por el período de dos años, e ingeniero Arturo Grieben, ingeniero Evaristo V. Moreno, doctor Atilio A. Bado y doctor Emilio C. Díaz, para completar el período de dos años.

Así constituída la Junta Directiva, ha funcionado hasta la fecha y entre otras fueron tomadas las resoluciones siguientes, en las 25 reuniones que celebró :

— Adhesión al homenaje a tributarse a la memoria del ingeniero Carlos de Chapeaurouge.

— Publicación de la nómina completa de las revistas que recibe la Sociedad, para ser distribuidas a los socios e instituciones con las cuales la Sociedad mantiene el canje con sus *Anales.*

— Aceptar el intercambio de conferencias sobre higiene y salubridad, propuesto por el presidente de la Asociación médica argentina, cuyas conferencias se darían alternativamente en los locales de nuestra Sociedad y de la institución mencionada.

— Adherirse a los siguientes Congresos :

Sexto Congreso Científico III Panamericano de Lima, habiéndose designado a los señores ingeniero Eduardo Huergo, doctor Nicolás Lozano, ingeniero Nicolás Besio Moreno, doctor Reinaldo Vanossi, ingeniero Eduardo Latzina, doctor Francisco P. Lavalle y doctor Salvador Debenedetti, en carácter de delegados para representarla en dicho acto.

Se aceptó además la delegación hecha por el señor ministro de Relaciones exteriores y culto para que la Sociedad se encargara de ampliar el Comité cooperativo argentino de propaganda para la concurrencia de nuestro país a dicho certamen y recibir los trabajos que fueran remitidos para ser enviados a Lima, a cuyo efecto fueron dirigidas por dicho comité 573 notas.

Congreso internacional de economía social, organizado por el Museo social argentino. Para representar a la Sociedad en dicho acto se designaron como delegados a los doctores Carlos F. Melo y Agustín Pestalardo.

Congreso internacional de historia y geografía y exposición anexa.

Segundo congreso de química, organizado por la Asociación química argentina. Para representar a la Sociedad en tal acto fueron designados como delegados los doctores Abel Sánchez Díaz, Atilio A. Bado y Reinaldo Vanossi.

Segundo congreso hispanoamericano de medicina, reunido en Sevilla.

Primer congreso panamericano de carreteras.

Congreso de urbanistas de París, realizado en Estrasburgo, se designó delegado al doctor Nicolás Lozano.

Congreso nacional de química industrial, de Milán.

Asociación internacional permanente de los Congresos de la Route.

Congreso internacional de matemáticas de Toronto (Canadá).

Concurrencia al homenaje realizado en Mendoza a la memoria del doctor Agustín Álvarez, ex presidente de nuestra Institución, habiéndose nombrado al ingeniero Ludovico Ivanissevich, como representante de la Sociedad.

A raíz del muy lamentado fallecimiento del ingeniero Santiago E. Barabino, ex presidente de la Sociedad durante varios períodos, la Junta directiva resolvió que el homenaje a tributarse a la memoria del extinto (colocación de una placa de bronce en el sepulcro que guarda sus restos), fuera realizado en nombre de la Sociedad científica argentina, el Centro nacional de ingenieros y del Museo social argentino, forma convenida por los presidentes de las tres entidades, en el seno de las cuales el extinto había tenido una importante actuación.

Al efecto, el día 5 de octubre del año próximo pasado y con motivo del primer aniversario de su muerte, se procedió a dar cumplimiento a dicha resolución, descubriéndose la referida placa con la presencia de miembros de la familia, amigos y numerosa concurrencia de socios de las entidades nombradas.

Hizo uso de la palabra en dicho acto el presidente de la Sociedad científica argentina, designado al efecto.

Aceptar y agradecer a la familia del ingeniero Santiago E. Barabino, la donación de la biblioteca que perteneció al extinto.

Reglamentación del proyecto presentado por el doctor Ramón G. Loyarte y aceptado por la Junta directiva sobre: Junta de ampliación de estudios.

EDIFICIO SOCIAL

Con respecto a este importante asunto debo manifestaros que la Junta directiva se ha ocupado especialmente de llevar a la práctica la construcción del nuevo edificio social en el terreno cedido por el honorable Concejo deliberante, sito en la calle Santa Fé números 1137-1145, pero se ha tropezado con el inconveniente de la demora sufrida y que siguen sufriendo el despacho de los planos y financiación de la obra por parte de la Dirección general de arquictetura.

que los tiene en su poder desde hace aproximadamente dos años, y que, no obstante las gestiones hechas por la presidencia ante la mencionada Dirección, no se ha podido lograr su despacho hasta la fecha.

En el terreno ya no existe construcción alguna, pues en previsión de que podría darse comienzo a la edificación antes de finalizar el año próximo pasado, se procuró hacer desalojar una parte del terreno que estaba ocupado por un taller mecánico y otra parte del mismo por personas a quienes, con anterioridad, la municipalidad les había permitido instalarse allí, obtenido lo cual, fueron demolidas las construcciones viejas que en él existían, habiendo quedado de esa manera listo el terreno para dar comienzo a la obra tan pronto como sean despachados los planos respectivos.

ASAMBLEAS

Una sola asamblea, la ordinaria del 10 de abril de 1924, se realizó durante el ejercicio comprendido entre el 1° de abril de 1924 a 31 de marzo de 1925, en ella fué considerada y aprobada la memoria anual correspondiente al 51° período administrativo, y renovada la Junta directiva para el 52° período.

ANALES

La dirección de los *Anales* ha continuado a cargo del ingeniero Julio R. Castiñeiras, habiéndose dado a la publicidad las entregas siguientes:

Tomo 97, entrega cuatrimestral, meses de enero, febrero, marzo y abril de 1924.

Tomo 97, entrega bimestral, meses de mayo y junio de 1924.

Tomo 98, entrega cuatrimestral, meses de julio, agosto, septiembre y octubre de 1924, estando en preparación y próximas a aparecer las siguientes:

Tomo 98, entregas V y VI, meses de noviembre y diciembre de 1924.

Tomo 99, entregas I, II y III, meses de enero, febrero y marzo de 1925.

A continuación se transcribe la reseña de los interesantes trabajos con que nuestros distinguidos colaboradores han contribuído a la publicación de las entregas mencionadas:

Enrique Fassbender, *La velocidad de las ondas de sobretensiones en las instalaciones eléctricas.*

Adolfo T. Williams, *Influencia de la selfinducción y de la dilución en la persistencia de las líneas espectrales, las líneas últimas y la teoría quántica de los espectros ópticos.*

Luis M. Dinelli, *El vuelo planeado.*

Emilio J. Ringuelet, *Contribución al estudio de la Pulvinaria flavescens Brèthes.*

B. Fixh, *Algunas observaciones sobre la teoría de la relatividad.*

Joaquín Frenguelli, *Diatomeas de Tierra del Fuego* (continuación). *Resultados de la primera exploración a Tierra del Fuego (1921)*, enviada por la Facultad de ciencias exactas, físicas y naturales de la Universidad nacional de Buenos Aires.

Guillermo Hoxmark, *La Argentina y las exploraciones antárticas.*

A. Hustache, *Curculionides de l'exploration Lizer-Delétang au Chaco bolivien* (suite).

Vicente Añón Suárez. *Santiago E. Barabino.*

Carlos Spegazzini, *Coniferales fósiles patagónicas.*

H. J. Paoli, *Spannites, di Archomedes da Surakusai.*

Respecto de la serie de monografías, que como archivo histórico de nuestra actuación científica durante el primer cincuentenario de la Sociedad, la Junta Directiva resolvió publicar, además de las tres que fueron ya dadas a la pnblicidad en el período anterior, preparadas por los doctores E. Herrero Ducloux, C. M. Hicken y R. G. Loyarte, sobre *Evolución de las ciencias químicas*, *Evolución de la botánica* y *Evolución de la física*, respectivamente, ha sido publicada y distribuida la que fuera preparada por el doctor C. C. Dassen, sobre *Evolución de las matemáticas.*

Han sido remitidas a la imprenta para su publicación las siguientes :

Doctor Nicolás Lozano e ingeniero Antonio Paitoví, *La higiene pública y las obras sanitarias en la Argentina.*

Doctor Enrique Chaudet, *La evolución de la astronomía.*

Doctor Franco Pastore, *Los pasados cincuenta años en nuestra mineralogía y geología (1872-1922).*

Señor Guillermo Hoxmark, *El desarrollo de la meteorología en la Argentina.*

En cuanto a las demás y que aún no han sido remitidas por los autores, son las siguientes :

Ingeniero Nicolás Besio Moreno, *Historia de la Sociedad Científica Argentina desde su fundación hasta la fecha.*

Profesor Martín Doello Jurado, *Evolución de la paleontología durante los últimos cincuenta años.*

Profesor Félix F. Outes, *Evolución de la antropología durante los últimos cincuenta años, antropología física, etnografía, filología y lingüística, folklore, prehistoria y arqueología.*

Doctor Eduardo L. Holmberg, *Evolución de la zoología durante los últimos cincuenta años.*

Ingeniero Alejandro E. Bunge, *Evolución de la estadística durante los últimos cincuenta años.*

Doctor Gregorio Aráoz Alfaro, *Evolución de la medicina durante los últimos cincuenta años.*

Doctor M. Leguizamón Pondal, *Evolución y progreso de la industria en el país durante los últimos cincuenta años.*

BIBLIOTECA

El movimiento de la biblioteca ha sido el siguiente: Se han recibido en calidad de donación 27 volúmenes y 50 folletos, cuya nómina se transcribe más adelante.

Además de las obras y folletos recibidos por donación, han contribuído a engrosar la biblioteca las 276 publicaciones que se reciben en canje de nuestros *Anales* de los siguientes países: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Colombia, Cuba, Canadá, Ecuador, Estados Unidos de América, Méjico, Perú, Paraguay, Uruguay, San Salvador, Alemania, Austria, Checoeslovaquia, Hungría, Bélgica, Inglaterra, Francia, Holanda, Filipinas, Finlandia, Japón, Nueva Gales del Sud, Nueva Zelandia, Italia, Portugal, Rumania, Rusia, Suiza, Suecia, Noruega, Estonia, India Inglesa y las 14 que se reciben por subscripción (7 francesas, 3 italianas, 1 inglesa y 3 argentinas), las que en total forman un aumento anual de 580 volúmenes, considerando que cada una de las revistas que se reciben forman dos volúmenes anuales, por lo menos.

Hay que agregar también los 1125 volúmenes y 2758 folletos que componen la biblioteca donada por la familia del ingeniero Santiago E. Barabino, que forman un total de 3883.

Durante el período se han encuadernado 368 volúmenes, existiendo en el taller de encuadernación 157 volúmenes, los que en breve serán entregados.

Se ha continuado facilitando a los señores socios la consulta de la biblioteca, permitiéndoles llevar a sus domicilios los libros por un tiempo prudencial y de acuerdo con el reglamento interno de la biblioteca. En tal forma se han prestado 47 volúmenes y 77 números de revistas.

También se ha facilitado la consulta de la biblioteca en el local social a numerosas personas ajenas a la Sociedad, que lo han solicitado.

La biblioteca ha sido atendida con horario de mañana, tarde y noche.

Contribuye la Sociedad al fomento de 29 bibliotecas públicas del país, enviándoles sus *Anales* gratuitamente.

Durante el período terminado se han establecido los nuevos canjes siguientes:

Revista del Centro estudiantes de farmacia y bioquímica (Capital), *Archivos do Jardin botanico do Rio de Janeiro* (Brasil), *Journal of the Franklin Institute,* de Philadelphia (Estados Unidos), *Chemical-Abstracts,* pub. by The American Chemical Society, de Columbus (Estados Unidos), *Geological and Natural History Survey,* Madison, Wisconsin (Estados Unidos), *Library United States Department of Agriculture Journal of Agriculture Research*, de Washington (Estados Unidos), *Stazione di biologia e di idrobiologia applicata*, Acquario, de Milano (Italia). *Societá italiana per il progresso delle scienze*, de Roma (Italia), *Tokyo Geographical Society-Kyobashi*, de Tokio (Japón), *Revista del Archivo nacional del Perú,* de Lima (Perú), *Oficina de información y canje, Ministerio de relaciones exteriores*, de Caracas (Venezuela).

Con el objeto de completar las colecciones de revistas truncas que posee la Sociedad, el doctor Reinaldo Vanossi, que ha continuado desempeñando con el entusiasmo y contracción que le caracteriza, el cargo de bibliotecario, ha seguido solicitando el envío de números que faltaban, y con tal fin se han remitido 312 comunicaciones, que agregadas a las remitidas en el período anterior, que fueron 299, forman un total de 611 pedidos hechos.

Numerosas son las contestaciones que se han recibido, acompañadas de números atrasados solicitados, habiéndose tenido en muchos casos que abonar el importe de los mismos.

He aquí la nómina de los libros y folletos recibidos durante el período comprendido entre el 1° de abril de 1924 a 31 de marzo de 1925:

Frank H. Bigelow, *Atmospheric Radiation Electricity and Magnetism,* 89 páginas, printed in Viena, Viena, 1922.

Junta de Sanidad Internacional, *Noveno informe anual,* 191 páginas, Nueva York, 1923.

Walther, *Estudios geomorfológicos y geológicos,* 388 páginas. Risso y Ayala, Montevideo, 1924.

Cuarto congreso internacional de carreteras, *Resumen de los trabajos del congreso,* 352 páginas, París, 1924.

Manuel Guitarte, *Segmentos dirigidos,* 163 páginas, Antonio Prudent y compañía, Buenos Aires, 1923.

Félix F. Outes, *Gestión universitaria,* 108 páginas, Coni, Buenos Aires, 1924.

E. P. C. I., *Manuel de T. S. F.,* 260 páginas, Baillière et fils, Francia, 1924.

Jaime Mulhall, *Filosofía y matemáticas,* 173 páginas, Coni, Buenos Aires, 1924.

Disposiciones de policía, 1119 páginas, Imprenta de la Policía, Buenos Aires, 1924.

Policía de la Capital, *Antecedentes y datos estadísticos,* 325 páginas, Imprenta de la Policía, Buenos Aires, 1924.

Obras sanitarias de la Nación, *Memorias del directorio correspondiente al año 1923,* 424 páginas, Obras Sanitarias de la Nación, Buenos Aires, 1924.

El libro amarillo de los Estados Unidos de Venezuela, 794 páginas, Tipografía Americana, Caracas, Venezuela, 1924.

L. Riso Patrón, *Diccionario Jeográfico de Chile,* 958 páginas, Imprenta Universitaria, Chile, 1924.

Manuel Ordóñez, *Trigonometría esférica. Coordenadas astronómicas,* 508 páginas, Olivieri y Domínguez, La Plata, 1923.

Manuel Ordóñez, *Métodos de levantamientos de planos y partición de superficies,* 137 páginas, La Plata, 1921.

Manuel Ordóñez, *Trigonometría,* 335 páginas, Olivieri y Domínguez, La Plata, 1918.

Carnegie Endowment for International Peace, 358 páginas, Wáshington, 1923.

Carnegie Endowment for International Peace, 45 páginas, Wáshington, 1923.

Carnegie Endowment for International Peace, 2 tomos, 251 páginas, Wáshington, 1924.

L. Lecornu, *Moteurs a combustion interne,* 508 páginas, Francia.

Atilio Cerri, *La teoría de la relatividad o el tiempo y el espacio absolutos,* 142 páginas, Buenos Aires, 1925.

Homenaje de sus admiradores al doctor Elías Regules, 126 páginas, Dornaleche Hermanos, Montevideo, 1923.

M. Ucha y E. Gietz, *Técnica de la calefacción,* 35 páginas, T. Palumbo, Buenos Aires, 1924.

A. B. Paes Leme, *Evoluçao da estructura da terra e geologia do Brasil,* 368 páginas, Imprenta Nacional, Brasil, 1924.

A. Z. Leguizamón, *Trilogía de las madres,* 71 páginas, Editorial Alzamle, Buenos Aires, 1924.

Las jubilaciones de la ley 11.289, 85 páginas, De Martino, Buenos Aires, 1925.

J. C. Llames Massini, *Toma ideal, invertida y flexora en ciertas aplicaciones altas de forceps,* 23 páginas, E. Spinelli, Buenos Aires, 1924.

La retransmisión por radio, 3 tomos, 16 páginas, 1924.

William R. Shepherd, *The Monroe Doctrine reconsidered,* 30 páginas, Academy of Political Science, Nueva York, 1924.

José Carlos de Carvalho, *Deus, patria e familia,* 27 páginas, Pimenta de Mello y compañía, Río de Janeiro, 1925.

Escuela industrial de la Nación, *Colores y rayados convencionales,* 1 página, Buenos Aires.

La retransmisión por radio, 24 páginas, Buenos Aires.

Conciliación internacional, *Cien años de la doctrina de Monroe,* 51 páginas, Nueva York, 1924.

Conciliación internacional, *Proyecto de tratado de desarme y seguridad,* 21 páginas, Nueva York, 1924.

Facultad de ciencias de la Universidad de Barcelona, *Publicaciones de la sección de ciencias naturales,* 32 páginas, Guinart y Pujolar, Barcelona, 1923.

Nomenclatura electrotécnica internacional, 15 páginas, Buenos Aires, 1923.

Cours et conférences, 16 páginas, Librairie Centrale des Chemins de fer, París, 1923.

Séance solennelle d'inauguration, 20 páginas, Librairie Centrale des Chemins de fer, París, 1923.

Boris Fikh, *Recherches sur l'electroréduction,* 38 páginas, Imprimerie Meyer et Larcheveque, Gèneve, 1921.

Joseph Leidy, *Commemorative Meeting,* 87 páginas, Philadelphia, 1923.

Nicolás Lozano, *La higiene pública en la Argentina,* 96 páginas, Buenos Aires, 1913.

Manuel Ucha y Ernesto G. G., *Transmisión del calor entre fluidos en movimiento,* 25 páginas, Tomás Palumbo, Buenos Aires, 1924.

Manuel Ucha, *Termodinámica técnica,* 27 páginas, Tomás Palumbo, Buenos Aires, 1925.

Nicolás Lozano, *El alcoholismo y las enfermedades venereosifilíticas en la zona subtropical,* 18 páginas, Imprenta Centenario, Buenos Aires, 1916.

Nicolás Lozano, *Mortalidad por tuberculosis en la República Argentina,* 24 páginas, Flaiban y Camilloni, Buenos Aires, 1917.

Nicolás Lozano, *El bocio y el cretinismo en la República Argentina*, 36 páginas, A. Guidi Bufarini, Buenos Aires, 1919.

Aníbal Cardoso, *El caballo indígena del Plata*, 2 tomos, 13 páginas, Imprenta Oceana, Buenos Aires, 1924.

J. Ravetllat y R. P. y Armengol, *La bacteria de la tuberculosis*, 59 páginas, Tipografía Catalana, Barcelona, 1924.

A. A. Electrotécnicos, *Prescripciones para la aprobación y funcionamiento de contadores eléctricos*, 14 páginas, Buenos Aires, 1924.

Guglielmo Marconi, *Results obtained over very log distances by Short Wave Directional Wireless Telegraphy*, 12 páginas, 1924.

José Babini, *Nomografía*, 93 páginas, T. Palumbo, Buenos Aires, 1924.

José Babini, *Dos nomogramas con escala móvil*, 8 páginas, Paraná, 1923.

Enrique Morize, *Como se preve o tempo*, 21 páginas, Imprenta Nacional, Río Janeiro, 1918.

I. G. Tippenhauer, *La théorie électromagnétique du temps*, 38 páginas, Edmond Chenet, Francia, 1920.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1914*, 79 páginas, Buenos Aires, 1915.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1915*, 74 páginas, Buenos Aires, 1916.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1916*, 64 páginas, Buenos Aires, 1917.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1917*, 65 páginas, Buenos Aires, 1918.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1917*, 22 páginas, Buenos Aires, 1918.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1918*, 78 páginas, Buenos Aires, 1919.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1919*, 45 páginas, Buenos Aires, 1920.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1920*, 53 páginas, Buenos Aires, 1921.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1921*, 64 páginas, Buenos Aires, 1922.

Caja de Conversión, *Memoria correspondiente al ejercicio del año 1922*, 57 páginas, Buenos Aires, 1924.

Juan Brèthes, *Descriptión d'une galle de « Galliandra bicolor » et de l'Hymenoptère*, 6 páginas, La Plata, 1924.

Martín Doello Jurado, *Los estudios hidrobiológicos*, 36 páginas, Imprenta de la Universidad, Buenos Aires, 1924.

James H. Hyde, *L'iconographie des quatre parties du monde*, 24 páginas, *Gazete des Beaux-arts*, Francia, 1924.

The climate and Weather of the Falkland Islands, 14 páginas, Londres, 1923.

Max Engelmann, *Collection Ant. W. M. Mensing Amsterdam,* 2 tomos, 63 páginas, Amsterdam, 1924.

Santiago E. Barabino. Biografía y bibliografía del extinto. Homenajes póstumos, 21 páginas, Buenos Aires, 1923.

C. M. Delgado de Carvalho, *Atlas pluviometrico do nordeste do Brazil,* Río Janeiro, 1923.

CONFERENCIAS

Las conferencias dadas durante el período en el local social fueron las siguientes:

Julio 31. Ingeniero Aquiles Pugnali, *Método de cálculo de cantidades hiperestáticas con el uso de modelos de semejanza deforme.*

Diciembre 5. Profesor José Casares Gil, *El perfeccionamiento de los estudios universitarios,* patrocinada por la Asociación química argentina.

Además, en una asamblea realizada el 10 de mayo del año próximo pasado por la Sociedad nacional de biología, incorporada últimamente a nuestra Sociedad, fueron leídos los siguientes trabajos:

Doctor Francisco Rophille, *La existencia del cartílago en la articulación témporo-maxilar.*

Doctor Marcos Breyter, *Sedimentación de los eritrocitos.*

Doctor Manuel Raurich, *Interpretación de la reacción reductora de los hidratos de carbono.*

Doctor Virgilio Tedeschi, *Un nuevo hemoviscosímetro clínico.*

Doctor F. L. Soler, *Función sisorésica del bazo.*

Doctora Rosa Nally, *Inyecciones endovasales de aceite alcanforado.*

VISITAS

Por invitación de los propietarios de la Confitería del Molino, la Sociedad efectuó una visita a los talleres del establecimiento, habiéndose podido constatar, durante la visita, la importancia de sus instalaciones mecánicas y la higiene con que se elaboran las mercaderías que se expenden en dicho comercio.

MOVIMIENTO DE SECRETARÍA

Las secretarías de actas y de correspondencia, a cargo de los señores ingenieros Juan José C. Mosca y Miguel A. Solari, respectivamente, han atendido y despachado todos los asuntos entrados y resueltos por la Junta Directiva. Al efecto fueron redactadas 344 notas cuyas copias se encuentran en los libros respectivos.

MOVIMIENTO DE TESORERÍA

El movimiento de socios ha sido el siguiente:

	Activos	Adherentes
En 31 de marzo de 1924 los socios eran.......	305	35
Han ingresado durante el período...........	37	1
Han sido reincorporados....................	2	—
Totales.......	344	36
Se han eliminado por diferentes causas.......	6	3
Quedan en 31 de marzo de 1925.............	338	33

Los socios ingresados durante el período son los siguientes:

Doctor Luis A. Bontempi, doctor Santiago Libarona Brian, profesor Boris Fikh, doctor Benjamín López Pereyra, doctor Antonio R. Roballos, doctor Lorenzo Galíndez, doctor Alejandro Raimondi, doctor Jorge W. Howard, doctor Julio Lacoste, doctor Diego R. Campbell, doctor Pastor Anargyros, doctor Agustín N. Candioti, doctor Lafranco Ciampi, doctor Víctor Arreguine (h.), doctor Julio Méndez, doctor Benjamín D. Martínez, doctora Lucía Negrete, doctora Rosa A. Nally, doctor Arturo Poiré, doctor Manuel R. Rauvich, doctor Rodolfo Quesada Pacheco, doctor Emilio Cabassi, doctor Marcos Breyter, doctor Luis J. Viviani, doctor Carlos M. Albizzati, doctor Virgilio Tedeschi, doctor Adolfo D. Holmberg, doctor Silvio E. Parodi, doctor Daniel Greenway, doctor Héctor Dasso, doctor Frank L. Soler, ingeniero Rodolfo Piñero, ingeniero José Minervini, ingeniero Francisco E. Urondo, doctor Dalmiro Corti, doctor Enrique Dotto, profesor José F. Molfino.

Socio adherente: Señor Atilio Balbiani.

Socios activos reincorporados: Ingeniero Luis Saralegui y doctor Horacio Arditi Thompson.

Entre los socios salidos figuran cuatro activos y un adherente que han renunciado y cuatro por fallecimiento; estos últimos fueron los señores ingeniero Carlos Bunge, Clemente Onelli, Arturo G. Frers y Alfredo Zimmermann Resta, a quienes oportunamente se rendieron los homenajes respectivos, invitando a los señores socios al acto del sepelio y dirigiéndose notas de pésame a las familias de los mismos.

He aquí la nómina de los socios honorarios desde la fundación de la Sociedad hasta la fecha: doctores Pedro Visca, Mario Isola, Germán Burmeister, Benjamín A. Gould, R. A. Philippi, Guillermo Rawson, Carlos Berg, Valentín Balbín, Florentino Ameghino, Carlos Darwin, César Lombroso, ingeniero Luis A. Huergo, ingeniero Vicente Castro, doctores Juan J. J. Kyle, Estanislao S. Zeballos, ingeniero Santiago E. Barabino, doctores Walther Nernst, Eduardo L. Holmberg, ingenieros J. Mendizábal Tamborel, Guillermo Marconi, doctores Enrique Ferri y Carlos Spegazzini.

Los socios correspondientes eran 57, quedando en la fecha el mismo número por haber sido designado en tal carácter el doctor Miguel A. Catalán, en Madrid, y fallecido últimamente el doctor Antonio Olyntho dos Santos Pires, en Río de Janeiro.

En resumen el total de socios es actualmente el siguiente:

Honorarios	6
Correspondientes	57
Activos	338
Adherentes	33
Protector de la Organización didáctica de Buenos Aires	1
Total	435

Del ejercicio anterior se recibió, como:

Efectivo en caja		270 20
Depósito en cuenta corriente en el Banco de la Nación Argentina		1.667 45
4000 pesos nominales Cédulas hipotecarias argentinas, 2ª serie		3.648 »
1500 pesos nominales Cédulas hipotecarias argentinas, 18ª serie		1.142 10
3700 pesos nominales Certificados municipales, ordenanza 20 de octubre de 1920		3.290 70
20 libras nominales en un título de la deuda externa de la provincia de Buenos Aires		227 27
Cuotas atrasadas de socios (recibos por cobrar)		4.304 »
Junta nacional para las aplicaciones científicas, suma por reintegrar		186 25
Saldo deudor de la Junta ejecutiva homenaje a Ameghino		1.833 54
Subsidio del gobierno de la Nación, saldo de los meses de julio a diciembre de 1923	543 20	
Primer trimestre de 1924	1.455 »	1.998 20

Al empezar el período había las siguientes cuentas por pagar:

A Fernando A. Coni, sus cuentas por impresiones de *Anales* y de monografías	7.301 30
Leonardo Pereyra Iraola (h) por construcción de armarios para la biblioteca	8.875 »

De las cifras globales que se extraen de los libros respectivos en 31 de marzo de 1925 llevados por el gerente señor Juan Botto, resulta que:

Por concepto de cuotas mensuales se han cobrado	14.402 »
Existiendo un saldo de recibos por cobrar de	6.630 »
Por subsidio del gobierno de la Nación se alcanzó a cobrar	4.423 20
Por concepto de *Anales* se ha cobrado	2.755 »
Por concepto de rentas (cupones títulos) se han cobrado, deducida la comisión del Banco	574 06
Actualmente la Sociedad es acreedora del subsidio correspondiente al tercer cuatrimestre de 1924 y primer trimestre de 1925, o sean	3.395 »
Por concepto de gastos Congreso científico III Panamericano de Lima, recibido del ministerio de Relaciones exteriores y Culto	5.000 »

En cuanto a los egresos se distribuyen en la siguiente forma:

Por concepto de monografías del cincuentenario		30 25
Anales: Se han pagado por impresiones a la casa Coni, por gastos de franqueo, impresiones de láminas, grabados de clisés y gastos menores varios		5.174 16
Por impresiones de monografías del cincuentenario a la casa Coni.		6.345 58
Biblioteca: Lo gastado por concepto de encuadernación, subscrición y construcción de armarios		4.304 75
Edificio social: Por impuestos varios y reparaciones		281 »
Nuevo edificio social		36 »
Sueldos y comisiones: Por este concepto, estando incluído el importe de un mes de sueldo con que se gratificó a los empleados con motivo del año nuevo, se han invertido		9.635 80
Gastos generales y eventuales: Por este concepto que comprende impresiones varias, teléfono, alumbrado, franqueo, útiles de escritorio y otros gastos menores, el monto invertido ha sido de		1.863 27
Organización didáctica de Buenos Aires		12 »
El total de las entradas durante el período terminado, ha sido de	27.304 51	
Más giros, Banco Nación Argentina	20.672 01	47.976 52
Y el total de las salidas	27.652 56	
Más depósitos, Banco Nación Argentina	20.165 76	47.818 32

Quedando un saldo a favor de..................................	158 20
Al que agregado el importe de la existencia anterior (31 de marzo de 1924, que fué de..	270 20
Y el saldo en depósito cuentas corrientes del Banco de la Nación Argentina, en 31 de marzo de 1925	1.161 20
Resulta un saldo existente en 31 de marzo de 1925 (efectivo en Caja y depósito en el Banco) de	1.589 60

El movimiento de la cuenta corriente con el Banco de la Nación Argentina, fué el siguiente:

En 31 de marzo de 1924 el saldo en depósito, era de...........	1.667 45
Se han depositado durante el LII° período....................	20.165 76
Total............	21.833 21
Se han girado cheques durante el período terminado, por valor de.	20.672 01
Quedando actualmente un saldo a favor de la Sociedad de......	1.161 20

Se encuentran depositados en custodia en el Banco de la Nación Argentina los títulos y comprobantes siguientes:

1° El título de propiedad del edificio social, Cevallos 269;

2° Dos comprobantes de pago de paredes medianeras;

3° Dos comprobantes de aprobación de cuentas rendidas a la Contaduría general de la Nación, por pesos trece mil ochocientos ochenta y tres con tres centavos moneda nacional ($ 13.883,03 m/n), y pesos seis mil ciento diez y seis con noventa y siete centavos moneda nacional ($ 6116,97 m/n), correspondientes a los fondos recibidos del gobierno de la Nación para gastos de representación y publicación de los trabajos presentados al IV° Congreso científico (primero Panamericano) de Chile;

4° Dos comprobantes de cuentas presentadas a examen de la Contaduría general de la Nación, por pesos cuarenta y un mil novecientos sesenta y dos con veinte y tres centavos moneda nacional ($ 41.962,23 m/n) y pesos ocho mil treinta y siete con setenta y siete centavos moneda nacional ($ 8037,77 m/n), correspondientes a los fondos recibidos del gobierno de la Nación para exploración y estudio de la laguna Iberá;

5° Un título de la deuda pública externa de la provincia de Buenos Aires número 163527, por valor de cien pesos oro sellado nominales;

6° 3700 pesos nominales de obligaciones municipales (certificados al portador), 4000 pesos nominales de cédulas hipotecarias argentinas, segunda serie (ley n° 9145) y 1500 pesos nominales cédulas hipotecarias argentinas, serie décima octava.

Por último, me es grato recomendar a la consideración de los señores socios al personal de la casa que ha seguido desempeñando sus funciones con su reconocida buena voluntad, bajo la dirección del señor gerente don Juan Botto, ya hace tiempo tan identificado a la Sociedad que parece formar parte integrante de la misma.

Los señores socios que deseen más detalles los encontrarán en los cuadros demostrativos y balance general que se agregan a esta Memoria.

EDUARDO HUERGO.

BIBLIOGRAFÍA

Cours de Mécanique Céleste, por H. Andoyer, tomo I, París, Gauthier-Villars & Co., 1923.

La brillante reputación que el profesor Andoyer se ha labrado con numerosos trabajos de Mecánica Celeste y el ejercicio del profesorado en esta difícil rama de la Astronomía; además, sus aptitudes para la producción de carácter esencialmente didáctico, bien puestas de manifiesto en su conocido *Cours d'astronomie*, y la circunstancia de ser actualmente el miembro del *Bureau des Longitudes* que tiene bajo su dirección la preparación de la *Connaissance des Temps*, cargo confiado solamente a eminentes autoridades en astronomía teórica, son, ciertamente, óptimos títulos para que este curso de Mecánica Celeste sea considerado, en todo sentido, como la obra de un verdadero maestro en la materia.

Desde 1912 el autor dicta anualmente, durante un semestre, un curso de Mecánica Celeste, cuyo desarrollo constituye el contenido de esta obra, y con su publicación no sólo se ensanchará naturalmente su círculo de alumnos, sino también pondrá en manos de los profesionales ya formados un libro que servirá de útil y aun indispensable complemento a los grandes tratados clásicos. Con este curso se propone exponer con la sencillez posible, y al mismo tiempo de modo completo, «las soluciones *prácticas* que da la Astronomía a los problemas *reales* de la Mecánica Celeste.»

El volumen aparecido, el primero de los dos que comprenderá el trabajo, permite juzgar que está muy bien formulado el objeto del libro; pero, por otra parte, el lugar que le asigna su propio autor en la bibliografía de dicha especialidad, a saber, como «obra en cierto modo intermediaria entre el *Tratado* de Tisserand y las profundas investigaciones de Poincaré», nos parece inadecuado, y al hacer esta observación creemos sólo realzar su mérito como obra de caracteres propios, cuya publicación está perfectamente justificada.

Indudablemente, el profesor Andoyer tiene presente, al referirse a las «profundas investigaciones de Poincaré», la célebre obra *Les méthodes nouvelles de la mécanique céleste* (1892-1899), en la cual el genial matemático busca el rigor analítico, investiga las más veces desde el punto de vista del geómetra que va más allá de las necesidades actuales, generalmente con fines de investigación cosmogónica, y «hace resaltar circunstancias del todo imprevistas, cuya importancia

analítica es muy grande pero que carecen de importancia para el astrónomo práctico, o no la adquirirá sino el día en que la precisión de las observaciones sea mucho mayor que hoy, o cuando se quiera comparar observaciones que se extienden sobre una larga serie de siglos». Como puede suponerse, tal obra no inicia al lector en los elementos de la Mecánica Celeste; está dedicado al reducido número de especialistas que han hecho un estudio previo de esta ciencia y desean ante todo abordar los métodos de investigación que conducen hasta las últimas conclusiones, rayanas en la especulación. Así, entre las cuestiones trascendentales elucidadas por Poincaré, hasta agotar el tema en su aspecto puramente geométrico, se encuentra la de la estabilidad de nuestro sistema solar, aparentemente resuelta con carácter definitivo por las demostraciones de Poisson (1), a continuación de los trabajos de Laplace y de Lagrange.

Los métodos antiguos, basados en los principios desarrollados por Lagrange y Laplace, alcanzaron con Leverrier la perfección posible, y son enteramente satisfactorios para las necesidades de la práctica, siendo relativamente corto el número de años que comprenden las observaciones de precisión. Pero estos métodos son inadecuados cuando se trata de cálculos para épocas muy lejanas: en las series obtenidas aparecen términos llamados *seculares* — insensibles al principio — en los cuales el tiempo figura fuera de los signos trigonométricos (senos y cosenos), que podrían conducir a una compensación periódica, de manera que cuando el tiempo toma valores muy grandes la convergencia de dichas series es dudosa (2). La presencia de estos términos seculares, sin embargo, no es inherente a la naturaleza del problema: tiene su origen en el método empleado. Así, los esfuerzos de varios astrónomos y matemáticos, desde la época de Delaunay con su nueva teoría de la Luna, y especialmente en las dos últimas décadas del siglo pasado (3) (Gyldén, Lindstedt, Bohlin, Hill, Newcomb), tendieron a desarrollar y perfeccionar el empleo de series estrictamente trigonométricas, con lo cual quedaban definitivamente eliminados dichos términos seculares; pero no se preocuparon de estudiar a fondo su convergencia, quizá porque generalmente eran consideradas rigurosamente convergentes. Poincaré demostró que los términos de estas series decrecen rápidamente primero, pero que después de cierto tiempo empiezan a crecer. Los astrónomos no han podido comprobar esto con sus cálculos, pues se detienen en los primeros términos, siempre bien suficientes para to-

(1) Tisserand coronó estos estudios con su magistral nueva demostración del teorema de Poisson sobre la invariabilidad de los ejes mayores de las órbitas planetarias. Recordaremos también que el profesor Andoyer, en una importante memoria (*Sur l'extension que l'on peut donner au théorème de Poisson relatif à l'invariabilité des grandes axes*), publicada en 1902, cuyos desarrollos comprenden, por primera vez, los términos de la función perturbatriz hasta el cuarto orden inclusive, se propuso examinar en qué forma podría generalizarse dicho teorema.

(2) Los mismos fundadores de la Mecánica celeste comprendieron esta deficiencia, y, por eso, en casos especiales tuvieron que recurrir a otros procedimientos más laboriosos, que significan un acercamiento a los modernos de la segunda mitad del siglo XIX.

(3) En esta época se inicia la fecunda carrera astronómica del profesor Andoyer. Su tesis: *Contribution à la théorie des orbites intermédiaires* (Facultad de ciencias de París, 1886) relacionada con los nuevos métodos de Gyldén, demostró su capacidad para tratar con criterio propio los más elevados problemas de la Mecánica celeste, arduos, indudablemente, pero no exentos de grandes atractivos para algunos espíritus selectos. Los nuevos horizontes abiertos por Poincaré no pudieron dejar de seducirlo — contaba, además, con la proximidad del gran matemático — y así encontramos trabajos atinentes a *Les Méthodes de la mécanique céleste* emprendidos, al parecer, ya por iniciativa propia, ya por recomendación del mismo Poincaré.

das las necesidades actuales. Por consiguiente, como dijo Poincaré, la divergencia de estos desarrollos no presentaría inconvenientes sino en el caso de que se quisiera establecer con rigor ciertos resultados, por ejemplo, la estabilidad del sistema solar.

Sus procedimientos de investigación son generalmente originales. Aplicó por primera vez nuevos teoremas propios o de otros matemáticos; utilizó, entre otras, sus famosas funciones «fuchsianas» (así llamadas por Poincaré en honor del matemático alemán Fuchs), descubiertas en los primeros años de sus trabajos en análisis puro. Hasta al exponer los métodos de otros investigadores se patentizan sus extraordinarios recursos matemáticos, apartándose con frecuencia del modo de exposición de los diversos autores; no, ciertamente, por el prurito de mostrar sus magníficas aptitudes, sino a fin de darles la forma que mejor hiciera ver sus rasgos esenciales homogéneamente para facilitar la comparación. George H. Darwin, cuya obra está tan relacionada con la de Poincaré en el estudio de las figuras de equilibrio en masas flúidas en rotación, órbitas periódicas y mareas, principalmente con fines cosmogónicos, con autoridad no superada, ha dicho (1900) que *Les méthodes nouvelles* serían probablemente durante medio siglo la obra de que excavarían sus materiales investigadores más humildes; y, también, que la principal característica de esta obra era la inmensa amplitud de las generalizaciones, a tal punto que la riqueza de posibles ilustraciones lo dejaba a veces perplejo.

La discusión referente a la convergencia de estas series serán siempre del más alto interés para el matemático; pero no hay que olvidar que en el caso real del universo no es posible considerar los planetas como simples puntos materiales sujetos únicamente a las leyes de la mecánica teórica (1). La seguridad de convergencia absoluta en las series no sería garantía contra la instabilidad del sistema solar, pues, como lo ha hecho notar el mismo Poincaré, debe esperarse la intervención de diversos factores cósmicos (Poincaré cita la resistencia del medio, las mareas y el magnetismo) que necesariamente alterarán el orden presente. Además, las nociones físicas prevalentes sobre la constitución del Sol y de la materia en general no dejan lugar a duda al respecto. Las causas perturbadoras serán lentas, pero seguras (2).

Estos brevísimos datos sobre *Les méthodes nouvelles* de Poincaré bastarán probablemente para dar una idea de la naturaleza de su contenido, y particularmente para hacer ver que no cabe, en manera alguna, establecer una comparacion

(1) Se ha ensayado ya la aplicación de los métodos de la Mecánica celeste a la Mecánica general, pero los casos en que esto es posible son muy limitados. Moulton, por ejemplo, ha utilizado las soluciones periodicas de Poincare para el estudio del problema del pendulo esferico; y algunos desarrollos asintóticos de Lindstedt y Bohlin han servido hasta en un caso de mecánica aplicada, como la teoría de la turbina de Laval. (Plans, *Sobre la introduccion del metodo de las perturbaciones en la mecanica general*).

(2) Por lo demás, discusiones que se salen del terreno de la aplicación de las leyes conocidas a un determinado número de años, son especulaciones cosmogonicas que, en rigor, no caben dentro de los limites usuales de la Mecánica celeste, cuyo objeto principal es representar, con la perfeccion posible, las observaciones por la teoría, para periodos cada vez mas largos; y con esta restriccion hay todavia mucho campo para matemáticos y astronomos.

Ya anteriormente, Tisserand y, en parte, tambien Leverrier habian llegado, por un juicioso examen de las circunstancias, a la conclusión de que no habia que hacerse ilusiones respecto a la mentada estabilidad del sistema solar, no obstante el veredicto de la mecánica teorica.

con cualquier libro destinado a la enseñanza de la Mecánica Celeste. Menos aún nos detendremos a analizar el *Traité de mécanique céleste* de Tisserand (cuatro tomos, 1889-1896), a que también se refiere el profesor Andoyer. Esta obra verdaderamente monumental es unánimemente reconocida como una renovación del gran *Tratado de mecánica celeste* de Laplace, y en forma insuperable incluye una compilación y selección de todo lo producido en esta ciencia desde la publicación del imperecedero modelo, o sea durante casi un siglo; esfuerzo gigantesco, que quizá ningún otro de sus contemporáneos hubiese podido realizar con tanta perfección y en tan corto número de años. Esta enciclopedia de la mecánica celeste representa con toda fidelidad, y de la manera más concisa, clara y elegante posible el estado de dicha ciencia hácia fines del siglo XIX (1).

Por su claridad, el *Tratado* de Tisserand es considerado al mismo tiempo un excelente libro de texto, y a este respecto es superior al de Laplace, no siempre fácil de seguir en todos sus pasos; dificultad reconocida por su traductor y comentador Bowditch, quien con sus numerosas notas explicativas ha prestado un grandísimo servicio a los lectores de habla inglesa.

Ante este desfile de todas las teorías de los fundadores de la mecánica celeste, como en el tratado de Tisserand, por una parte, y, por otra, la exposición completa de una larga y brillante serie de investigaciones que iluminan interesantes problemas astronómicos, pero cuya aplicación en la práctica, en gran parte, incumbe a las generaciones futuras, cabe preguntarse si no sería conveniente presentar los resultados principales siguiendo un camino más corto, prescindiendo de toda información cuyo objeto sea solamente mostrar el proceso evolutivo; en otras palabras, omitiendo todo lo que no sea indispensable para la demostración de los enunciados de esta ciencia, en su más avanzado estado. Tal obra la tenemos en las *Leçons de mécanique céleste* del mismo Poincaré (1905-1910) en cuanto a la realización de la idea apuntada; pero no se trata de una simple reducción o exposición sucinta de las dos grandes obras arriba citadas, sino de una obra nueva, original en gran parte, como casi no podía esperarse otra cosa de su genio exuberante, no obstante las restricciones impuestas por la índole del trabajo.

Las *Leçons* de Poincaré constituyen el curso de la Sorbona, y para su estudio bastan, según su autor, los elementos del análisis y de la dinámica. Si bien, efectivamente, Poincaré ha tratado de emplear los medios más sencillos posible, y, en general, no ha descuidado el punto de vista pedagógico, es dudoso que la obra esté al alcance de un principiante, por buena que sea su preparación en los elementos indicados, y esto es particularmente cierto con el primer volumen. Este inconveniente será, sin embargo, en la mayoría de los casos, de relativamente poca monta, dado que sólo por excepción abordarán esta ciencia estudiantes que no han pasado previamente por otras disciplinas de astronomía teórica en libros más accesibles al principiante, que les habrá proporcionado suficientes elementos de juicio para suplir una deficiencia en los textos más elevados, como el citado. Además, frecuentemente es posible — o el autor no deja otro recurso

(1) Su *Traité de mécanique céleste*, ha dicho Poincaré, será para nosotros y para nuestros sucesores lo que ha sido para nuestros padres el libro de Laplace: un resumen fiel y completo del estado de la ciencia, resumen en que los descubrimientos personales de Tisserand ocupan un gran lugar. Por la elegancia, la concisión, la claridad, la amplitud, esta obra no es indigna de su inmortal modelo. Y resumiendo otras impresiones sobre la misma obra: «Es el libro que habría escrito Laplace si él hubiese vivido en nuestros días.»

al lector — pasar por alto algunos pasos intermediarios, siempre que se tenga el convencimiento de que el resultado final es correcto. El hecho de remitir al lector a menudo a las dos grandes obras, justifica el aserto. Así como ni el gran tratado de Tisserand puede dispensar, en ciertos casos, de la lectura del de Laplace, menos aún podrá dejarse de consultar las obras de Tisserand y Poincaré primeramente citadas, para profundizar cualquier punto de las *Leçons de mécanique céleste*. En este curso han tenido cabida solamente las partes de *Les méthodes nouvelles* de más inmediata aplicación, y con frecuencia se remite al lector a la obra mayor o al tratado de Tisserand. Las ventajas de tal proceder son evidentes: el lector llegará mucho más rápido a la meta, y si ha presidido un criterio pedagógico, con perfecto dominio de la materia, la demostración o exposición puede ganar en concisión y claridad.

Estas *Leçons* son, hasta cierto punto, el libro intermediario entre *las profundas investigaciones de Poincaré y el tratado de Tisserand,* y la utilidad de la notable última — hasta la publicación del Curso del profesor Andoyer — producción en mecánica celeste es indiscutible. Creemos, sin embargo, que la mayoría de los astrónomos, por largo tiempo todavía, congeniarán más con el tratado de Tisserand, dejando de lado, si la premura del tiempo lo exigiera, todo lo que es principalmente de interés histórico, cuya lectura es, empero, tan sugerente para quien desee profundizar determinada teoría.

No obstante la excelencia de estas obras, insuperables en su género, las conclusiones a que llegan son, muchas veces, por su excesiva generalidad, de difícil interpretación para el astrónomo que, en las aplicaciones de la práctica, necesita traducirlas a resultados numéricos. En estos libros, que desde su aparición entraron en la categoría de «clásicos», predomina el concepto de la mecánica celeste en toda su generalidad, más o menos según el contenido que le asignó Laplace (1). Hacía falta una obra como la preparada por el profesor Andoyer, que tuviera por objeto tratar de la parte «estrictamente limitada al estudio analítico elemental de los principales fenómenos que podemos observar en los movimientos de los astros del sistema solar». Aquí los problemas son encarados del punto de vista astronómico, en un todo de acuerdo con lo expresado al principio: que en este curso estarían expuestas las soluciones prácticas que da la astronomía a los problemas reales de la mecánica celeste. La restricción satisfará a todos los que deseen llegar directamente a lo más concreto de esta ciencia. El profesor Andoyer ha tenido en vista, ante todo, las necesidades del astrónomo que se dedica a calcular, y muchos le agradecerán que, a este efecto, haya desarrollado solamente los métodos que conducen a los cálculos más sencillos y seguros (2).

(1) Según Laplace, la mecánica celeste está constituída «por el conjunto de las teorías que comprenden todos los resultados de la gravitación universal sobre el equilibrio y los movimientos de los cuerpos sólidos y fluidos que componen el sistema solar y los sistemas similares esparcidos en la inmensidad de los cielos».

(2) En los trabajos del profesor Andoyer, al máximum de rigor en la exactitud se une la mejor adaptacion a las necesidades del calculista, haciendo frecuentemente innecesaria la preparación, tan común, de largas tablas especiales. Algunos de sus trabajos de los últimos años, por ejemplo, para las efemérides de los satélites de Júpiter, cálculo de la precesión, eclipses, elementos de órbitas, etc. son modelos de lo que decimos. Al respecto, la *Connaissance des Temps* le ha sido a veces una fuente de inspiración, no titubeando en realizar, él mismo, todos los cálculos, en casos especiales o por exigirlo las circunstancias, como durante la guerra para los satélites de Júpiter. En el profesor Andoyer tenemos, en efecto, al lado del profundo analista,

El volumen que nos ocupa es notable por la adecuada ilustración de la teoría por ejemplos numéricos que son casos de la práctica astronómica, y no menos juicioso es el criterio con que cada uno ha sido conducido hasta un cierto grado de prolijidad y exactitud, nunca excesivo, probando con esto el profesor Andoyer su familiaridad tanto con las bases puramente teóricas como con la precisión relativa de las observaciones. Puede asegurarse que este libro no dará lugar al reproche a que se ha hecho acreedor más de un autor eminente: la falta de las indispensables aplicaciones numéricas, que tanto amengua la utilidad de algunas obras, de alto mérito científico por lo demás. Una de las más eminentes autoridades en mecánica celeste de la actualidad, el profesor Moulton, interpretando fielmente las modalidades de los astrónomos, por lo menos de los que se consagran a los cálculos, dice en una memoria de astronomía teórica: «Por clara y evidente que parezca una proposición matemáticamente, los astrónomos quieren ver ilustraciones numéricas». (Y a continuación da ejemplos tomados de la observación astronómica.) Recordaremos también que un *Newton* hizo suyo el bien conocido principio de Séneca: *longum iter est per praecepta, breve et efficax per exempla.*

Debido a la inclusión de materia tratada generalmente en obras especiales, los tópicos corrientes no figuran en el orden usual. Por ejemplo, el autor considera del dominio de la mecánica celeste los capítulos dedicados a la determinación de órbitas, que constituyen lo comúnmente designado por astronomía teórica o astronomía dinámica (1).

Esta ampliación de programa permite al profesor Andoyer exponer, en algunos capítulos, todo lo esencial concerniente a la determinación de las órbitas de cometas y planetas, tema que ha ocupado su atención en diversas épocas, teniendo con la publicación de esta obra la oportunidad de resumir sus trabajos, que consisten a menudo en importantes modificaciones, perfeccionamientos o simplificaciones de los métodos anteriormente usados, o de los recientemente propuestos y, en consecuencia, no suficientemente probados.

En el capítulo (V) sobre la determinación de las posiciones heliocéntricas y geocéntricas notamos varias tablas para obtener la *anomalía verdadera*, las cuales

familiarizado con las partes más recónditas de la mecánica celeste, a un entusiasta calculista de maravillosa perseverancia y rapidez, dualidad científica que se encuentra sólo por rara excepción, en tan alto grado. Entre sus trabajos de cálculos se destacan los grandes volúmenes de tablas trigonométricas, de diez en diez segundos de arco, logarítmicas con catorce decimales, y valores naturales con quince decimales, todo calculado personalmente por él, sin recurrir siquiera a auxilios mecánicos. Estas tablas fundamentales constituyen un verdadero monumento, y servirán de base en el futuro para todos los trabajos en tablas de esos valores pero con menos cifras.

(1) Ha tenido aceptación el término *astrometría* para designar principalmente la parte de la astronomía que se ocupa de la determinación de la posición relativa de los astros, tal como se nos presentan en la bóveda celeste (astronomía de posición), así como *astrofísica* comprende el estudio de la constitución y aspecto físico o, mejor, de acuerdo con la amplitud que ha adquirido en su desenvolvimiento más moderno, la aplicación de las leyes físicas al estudio de los astros. (Esta astrofísica nada tiene que ver con la antigua «astronomía física», que era más o menos lo que ahora se entiende por mecánica celeste.) Análogamente, el término *astrodinámica* podría abarcar lo que algunos autores del continente europeo llaman «astronomía teórica» (principalmente determinación de órbitas). Lo que los autores ingleses denominan *dynamical astronomy* generalmente comprende, además, varias partes de la mecánica celeste, pero no existe demarcación alguna al respecto. Ejemplo típico lo tenemos en el *Treatise on dynamical astronomy*, por H. C. Plummer.

no se encontraban todavía listas en 1918 al publicar su importante opúsculo titulado: *Formules et tables nouvelles relatives à l'étude du mouvement des comètes et à différents problèmes de la théorie des orbites.* En cambio, otras tablas completas de este último trabajo están reproducidas en el *Curso* en forma reducida.

Pasando un capítulo más corto (VI), que trata de diversos problemas relativos a la determinación de las órbitas keplerianas, llegamos a (VII) la determinación de una órbita kepleriana por tres observaciones cercanas. Este capítulo es del más alto interés y contribuirá a introducir en la práctica astronómica un método de determinación de órbitas basado en el propuesto por Lagrange en 1778, es decir, hace casi un siglo y medio. Este método, hasta hace poco más de diez años, podía considerarse completamente relegado al olvido (1); injustamente, pues los trabajos de Charlier y de Moulton han demostrado su excelencia. El profesor Andoyer declara haberse inspirado grandemente en los trabajos de estos dos astrónomos matemáticos, pero con su acostumbrada independencia de criterio ha producido un trabajo más bien original, habiéndose esforzado en incorporarle las ventajas del método de Gauss así como del de Leuschner (Laplace-Harzer, véase nota) (2). La parte fundamental fué expuesta ya en sus lecciones en la Sorbona hace más de siete años (1916-1917).

No obstante la bondad del nuevo procedimiento, no debe pretenderse que reemplace, por lo menos de inmediato, a los que están en uso. Mucho depende de la idiosincrasia del calculista, de su habilidad y experiencia, y así se explica que cada uno de los métodos tenga preconizadores, aunque todos tengan sus fallas en ciertas circunstancias, comunes algunas a la mayoría de los métodos, por tratarse de peculiaridades inherentes al problema. En estos casos lo esencial es que pueda establecerse dónde y en qué extensión existe indeterminación en el cálculo de la órbita, criterio que tiene su aplicación práctica en el empleo del número

(1) El método de Laplace, no obstante haber sido empleado en la práctica, si bien limitadamente, corría el mismo peligro. Poincaré hizo ver sus ventajas y la injusticia de su abandono. Felizmente, las numerosas modificaciones propuestas para adaptarlo a la práctica del cálculo de órbitas — punto débil tanto del método de Laplace como del de Lagrange — surtieron efecto; y actualmente el procedimiento de Leuschner, basado en los trabajos de Harzer, ha alcanzado un gran perfeccionamiento, siendo extensamente usado con todo éxito.

(2) Cauchy logró rebajar de un grado la ecuación de séptimo grado a que Lagrange redujo el problema; pero la ecuación de sexto grado de Cauchy no es mayormente utilizable en la práctica. Casi en la misma época en que el profesor Andoyer se ocupaba de estos problemas, en 1915-1917, el profesor Luc Picart, introduciendo notables modificaciones y simplificaciones, derivó el método que él denomina de *Lagrange-Cauchy,* el único, a su juicio, que permita utilizar observaciones separadas unas de otras por intervalos cualesquiera, y enteramente satisfactorio en las aplicaciones prácticas. Combinaciones de esta clase son generalmente fructíferas, como lo demuestra, además de las mencionadas, la del método vectorial de Gibbs con el de Gauss. El de Gibbs, no obstante su elegancia y exactitud, conducía a algunos desarrollos inconvenientes que fueron subsanados por J. Frischauf con su trabajo publicado en 1905 (método Gauss-Gibbs para la determinación de órbitas) pero todavía convendría someter tanto este como los otros nuevos métodos a la larga experiencia de que goza el de Gauss y, ya también, el de Laplace (Harzer-Leuschner). Análogamente, los dos métodos empleados para el estudio de los movimientos de la Luna, el de Hansen y el de Delaunay, que en manos de los más experimentados astrónomos parecían disputarse la preponderancia en la construcción de las tablas lunares, encontraron conciliación, por así decir, en el monumental trabajo de Brown, en cuyo método los coeficientes no son ni puramente numéricos como en el de Hansen, ni puramente analíticos como en el de Delaunay, con notables ventajas para llevar la exactitud a un grado superior con mayor rapidez que en cualquiera de los otros métodos.

estrictamente indispensable de decimales, sin disminuir la exactitud máxima que sea posible conseguir. A este último respecto el autor traza siempre el justo límite, lo cual contribuirá a inculcar principios científicos en los procedimientos del cálculo numérico.

Incidentalmente, en el mismo capítulo, trata de la determinación de una órbita circular para un pequeño planeta cuando se dispone de sólo dos observaciones. Muy brevemente también se refiere al trabajo del profesor Luc Picart del año 1915, a que aludimos en una nota precedente, para determinar una órbita por observaciones que permiten obtener al mismo tiempo que las coordenadas del astro su movimiento con suficiente aproximación, como es posible con observaciones fotográficas si la exposición es suficientemente prolongada para dejar una línea continua, o dos pequeños rasgos si la exposición es interrumpida.

Después sigue (cap. VIII) la determinación de una órbita kepleriana por tres observaciones cualesquiera, partiendo de una solución aproximada. Los ejemplos para la determinación de órbitas en uno y otro caso provienen de los tratados de Watson, Oppolzer y Gauss, con los mismos datos iniciales (1), por lo cual se puede comparar directamente los resultados finales de los diferentes métodos. Están presentados con un razonable número de detalles, sin repeticiones inútiles, pudiendo el estudiante recurrir a los capítulos preliminares para varias transformaciones que no pertenecen a la parte esencial de la determinación de los elementos de la órbita. Se observa el cuidado acostumbrado en no operar con un inútilmente excesivo número de decimales.

El último capítulo (IX) sobre la determinación de órbitas trata casi exclusivamente del *Método de los cuadrados mínimos* para ser aplicado en la determinación de una órbita kepleriana por un número cualquiera de observaciones. En este caso, generalmente se dispone ya de elementos provisorios y sus correspondientes efemérides, en particular si se trata de la determinación de una órbita definitiva, a cuyo efecto contiene ligeras indicaciones sobre las operaciones preliminares, la formación de los *lugares normales*, etc. El método de los cuadrados mínimos está expuesto según los principios clásicos de Gauss, y por su concisión, y el ejemplo detallado que completa el capítulo, puede servir de guía para otras aplicaciones. Otro tanto puede decirse del más extenso capítulo X sobre *Interpolación:* si bien tiene cabida con fines auxiliares, precediendo el capítulo sobre la determinación numérica de las perturbaciones, nada impide que se lo utilice independientemente con otros fines, de simple estudio o aplicaciones.

El capítulo (XI) sobre el «Cálculo numérico de las perturbaciones del movimiento kepleriano» es todavía del dominio de la astronomía teórica, en el senti-

(1) Transcritos sin las coordenadas ecuatoriales dadas directamente por las observaciones. Notamos, sin embargo, que en todos estos ejemplos dichos datos figuran como si estuviesen expresados en coordenadas ecuatoriales α y δ (ascensión recta y declinación), mientras que en realidad lo están en coordenadas eclipticales, comúnmente indicadas por λ y β (longitud y latitud). En el tratado de Gauss se encuentra α para expresar la longitud de un astro, pero nunca δ para la latitud. (Para la longitud del Sol se ha usado y se usa siempre una letra o símbolo especial.) En otras partes del *Curso* del profesor Andoyer α y δ designan la ascensión recta y la declinación, según la costumbre universalmente establecida. Suponemos que se trata de un error, pero es extraño que se encuentre reproducido en tantos ejemplos y en capítulos diferentes (VII y VIII).

En el ejemplo tomado del tratado de Gauss (pág 190), para la primera observación la fecha debe ser: septiembre 5, 51336.

do establecido por varios autores (véase nota más arriba), como que el cálculo de las llamadas « perturbaciones especiales » constituye la segunda o última parte de la determinación de una órbita definitiva. Su estudio es relativamente simple comparado con el de las « perturbaciones generales o absolutas ». Las primeras, usadas en la gran mayoría de los casos, son obtenidas por « cuadraturas mecánicas », mientras que para las segundas, cuyo empleo se impone en la representación del movimiento de los grandes planetas, es necesario abordar el estudio del desarrollo analítico de la función perturbatriz, constituyendo su aplicación uno de los trabajos más largos y difíciles de la mecánica celeste.

Son numerosos los métodos propuestos para el cálculo de las perturbaciones especiales, desde la época en que, por primera vez, Clairaut hizo uso de ellas para calcular el retorno del cometa de Halley en 1759, pero los principalmente en uso son los tres siguientes: 1º Variación de los elementos (constantes), de Lagrange (1), el método más perfecto — Encke le dió finalmente la forma más conveniente en la práctica — pero también el más complicado para las aplicaciones comunes, de períodos cortos; 2º Bond primero, en 1849, y Encke, un par de años después, publicaron el método del cálculo de las perturbaciones en coordenadas rectilíneas, mientras que 3º Hansen, hacia el mismo tiempo, lo propuso en coordenadas polares. Este último método fué modificado por Brünnow y luego por Tietjen, y la elaboración final por Tietjen es conocida bajo la designación de método de Hansen-Tietjen; el segundo, en cambio, es casi exclusivamente denominado método de Encke. En general, cada uno de éstos tiene aplicabilidad indicada — lo cual facilita la tarea del calculista — pero no exclusiva, y, en vista de que las reglas para su empleo son semejantes, el profesor Andoyer se limita a dar solamente un ejemplo bien detallado, que servirá para facilitar la comprensión de todos los métodos.

Cuando un cometa se acerca mucho a Júpiter, puede suceder que la atracción de este gran planeta sea preponderante frente a la del Sol, quedando tan profundamente alterada su órbita, que el cometa no es identificable por los elementos determinados en otra aparición. En tal emergencia, el llamado « criterio de Tisserand », cuya fórmula el profesor Andoyer incluye, con breves explicaciones, en este mismo capítulo, resuelve admirablemente el problema.

Con los dos últimos capítulos (XII y XIII), sobre la teoría de los planetas, el autor entra en la parte más característica de la mecánica celeste. El primero de éstos, sobre los desarrollos en series relativos al movimiento kepleriano elíptico, sirve de introducción al desarrollo analítico de la función perturbatriz referente a la atracción mutua de dos planetas. Lo expuesto en los capítulos I (definición y reducción de los problemas generales de la mecánica celeste) y III (movimiento de un punto material) sirve de base para determinar bien su objeto. Aquí, más que en otros casos quizás, el lector apreciará las ventajas del plan del profesor Andoyer, al encontrar esos capítulos introductorios con notación homogénea y reunidos en la misma obra. El autor se atiene fielmente a los principios establecidos en el plan de la obra, y así le es posible, en espacio relativamente reducido, desarrollar todo lo que importa estudiar, particularmente para las aplica-

(1) Adaptación, propuesta por el mismo Lagrange, a las perturbaciones especiales de su método de la variación de los elementos para la determinación de las perturbaciones analíticas, ampliamente usado hasta nuestros días.

ciones a los movimientos de los planetas mayores. Como en otras partes del libro, no faltan los ejemplos numéricos ni abundantes consideraciones de orden práctico para el calculista.

Los trabajos de otros autores, que necesariamente constituyen una buena parte en un libro de texto, no siempre aparecen en la forma original sino modificados, cuando no elaborados de nuevo, ya para simplificar la demostración, ya para sistematizar todo el material, teniendo siempre presente el fin primordial de la obra. Al imprimir el profesor Andoyer su sello personal a esos trabajos, más de una vez se podría considerarlos antes bien como trabajos originales.

El contenido de la mayor parte de los capítulos ha sido mencionado en el curso de este artículo. Para completar las referencias sólo nos resta indicar el del capítulo II: Ecuaciones canónicas, cambio de variables, método de la variación de las constantes, teoremas generales; y del IV: Movimiento de un cuerpo sólido al rededor de un punto fijo.

El segundo tomo, que completará la obra, contendrá la teoría de la Luna — largas y profundas investigaciones sobre esta complicada teoría dan al profesor Andoyer singular autoridad para tratar este tema, — la teoría del movimiento de la Tierra y de la Luna al rededor de su centro de gravedad, y la de los cuatro satélites mayores de Júpiter.

En la Facultad de ciencias de París el profesor Andoyer mantiene la brillante tradición de la cátedra de mecánica celeste, continuando dignamente la obra de sus ilustres antecesores, V. Puiseux, Tisserand, Poincaré, y con su reciente publicación, de cuya importancia esperamos haber dado una ligera idea, pero sólo en algunos de sus aspectos, se acreditará una vez más como eminente maestro.

ENRIQUE CHAUDET.

ÍNDICE GENERAL

DE LAS

MATERIAS CONTENIDAS EN EL TOMO NONAGÉSIMO NOVENO

BIBLIOGRAFÍA